realização:

UFSC

CCE -Centro de Comunicação e Expressão
CTC -Centro Tecnológico
Arquitetura e Urbanismo
Eng. Civil
Design

patrocínio:

SECULT .ufsc.br

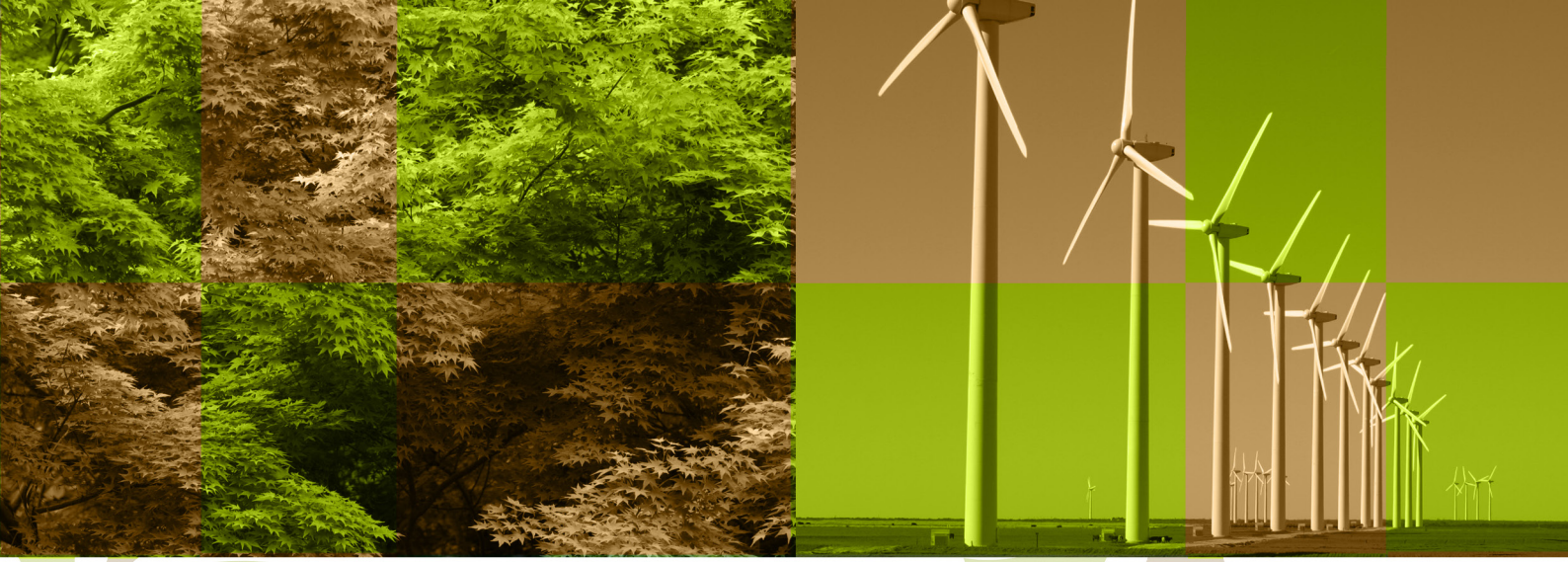
apoio:

PROEX .ufsc.br

PRONTO 3D
Laboratório de Prototipagem Rápida e Novas Tecnologias Orientadas

Virtuhab

MATERIOTECA sustentável



Mix Sustentável

V.1 n.1/2015

Mix Sustentável

EDITORES/AUTORES
Lisiante Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)

V1. n1,/2015

EDITORES/AUTORES
Lisiante Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)

CONSELHO EDITORIAL
Lisiante Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)
Cristine do Nascimento Mutti, PhD. (UFSC)
Giovanni Maria Arrigone, PhD. (CTAI - SENAI)

EQUIPE EDITORIAL
Juliana Montenegro Matos, Mestre (UFRN), Doutoranda (UFSC)
Elika Deboni Ceolin, Mestranda (UFSC)
Andrea Benavides Salome Saramillo, Ms.C. Dra. (UFSC)

DESIGN
Adriana Toutonje Mitoso, Acadêmica do curso de Design (UFSC)
João Paulo Battisti de Abreu, Acadêmico do curso de Design (UFSC)
Nadia Barcelos, Acadêmica do curso de Design (UFSC)
Thiago da Silva Martins, Acadêmico do curso de Design (UFSC)
Marcos Vinícius dos Santos,Acadêmico do curso de Design (UFSC)

PERIODICIDADE
Publicação semestral

IMPRESSÃO
Gráfica Universitária da UFSC
ISSN 2447-0899

CONTATO
lisiane.libreloto@ufsc.br
ferroli@cce.ufsc.br

DIREITOS DE PUBLICAÇÃO
Lisiante Ilha Librelotto
Paulo Cesar Machado Ferroli

- UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
- CTC - Centro Tecnológico - Virtuhab -
-Campus Reitor João David Ferreira Lima -
Florianópolis - SC - CEP 88040-900
Fones: 48 3721 2540 e 3721 4971

AVALIADORES
Adriano Heemann, Dr. - UFPR
Aguinaldo dos Santos, Ph.D - UFPR
Albertina Pereira Medeiros, Dra. - UDESC
Alexandre de Ávila Lerípio, Dr. Eng. - UNIVALI
Almir Barros da Silva Santos Neto, Dr. - Unipampa
Alice Theresinha Cybis Pereira, Dra. - UFSC
Ana Veronica Pazmino, Dra. - UFSC
Arnoldo Debatin Neto, Dr. UFSC
Carla Arcoverde De Aguiar Neves, Dra. Eng - IFSC
Carlo Franzato, Dr. UNISINOS
Carlos Humberto Martins, Dr. - UEM
Cintya Mércia Monteiro Amorim, Mestre Engenharia - UFMG
Cristine do Nascimento Mutti, PhD - UFS
Eduardo Rizzatti, Dr. - UFSM
Elvis Carissimi, Dr. - UFSM
Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos, Dr. - UDESC
Fernando Antonio Forcellini, Dr. Eng. - UFSC
Giovanni Maria Arrigone, PhD - SENAI
Gregório Jean Varvakis Rados, PhD - UFSC
João Cândido Fernandes, Dr - UNESP
Joel Dias da Silva, Dr. - SEMAI - Blumenau
Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng. - UFSC
Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, Dra. - UFRN
Luiz Fernando Mahlmann Heineck, Ph.D - UECE
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr. Eng. - UDESC
Marco Antonio Rossi, Dr. - UNESP
Michele Carvalho, Dr. UNB
Paula Schlemper de Oliveira, Dra. - IFB
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. - UFSC
Regiane Trevisan Pupo, Dra. Eng. - UFSC
Ronaldo Martins Glufke, Mestre Design - UFSM
Sydney Fernandes de Freitas, Dr. - UFRJ
Vicente Cerqueira, Dr. - UFRJ

Editorial

A comunidade científica brasileira iniciou o ano de 2015 sofrendo fortes críticas. A publicação de Rogério Cezar de Cerqueira Leite, na Folha de São Paulo, intitulada "Produção científica e lixo acadêmico no Brasil" suscitou o debate. Nela, o professor emérito da Unicamp relaciona algumas razões pelas quais a ciência brasileira está tão desvalorizada. Nenhuma delas é novidade para observadores atentos.

Algumas das razões, elencadas pelo professor Leite, estão em concordância com a reportagem de Fernanda Allegretti, publicada em dezembro do ano passado na Veja Ciência, com o título: "Uma praga da ciência brasileira: os artigos de segunda". A autora apresenta dados preocupantes sobre o "mercado editorial" de artigos, muitos dos quais com objetivos claramente econômicos em detrimento aos acadêmicos.

Se formos um pouco mais distante no tempo, em 2012, Fernando Costa Nogueira publicou, também na Folha de São Paulo, o "Manifesto Slow Science". Com riqueza de dados, utilizou-os como crítica ferrenha ao que se pode chamar de "produtivismo acadêmico" imposto aos docentes pesquisadores. Essa necessidade de produção origina atitudes antiéticas, como a publicação de um mesmo artigo em mais de uma revista, o autoplágio, ou a colocação de autores que não contribuíram efetivamente no trabalho, o autor honorário.

Neste ambiente pouco convidativo, lançar um novo periódico é um desafio enorme. Enquanto orientadores e pesquisadores, recomendamos: "não envie seu artigo para a revista tal, porque ela tem um qualis baixo", ou então: "não podemos desperdiçar esse bom artigo em uma revista nova...".

O grande desafio é esse: conseguir atrair pesquisadores renomados e sérios, que tenham como meta a troca de conhecimentos e a discussão como tema, e não somente o imediatismo e o produtivismo acadêmico.

A sustentabilidade, tema central deste periódico, é a questão mais importante da humanidade. Ela não traz novidade. A sustentabilidade é apenas uma continuidade de uma premissa básica, assim entendida desde que habitamos nosso pequeno planeta: a sobrevivência. Chegamos a um ponto onde não podemos nos dar ao luxo de escolher se, ou quando, vamos viver de modo sustentável. Não podemos deixar isso para as gerações futuras, para o amanhã. O foco mudou. Porque se não optarmos por viver de modo mais sustentável no hoje, não teremos (enquanto espécie) o amanhã.

Precisamos que percebam, pelas discussões de nosso periódico, que o conceito da sustentabilidade, definido como a satisfação das necessidades desta geração sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades, está muito distante, pois a primeira premissa já não se concretiza. Não estamos conseguindo atender as necessidades atuais igualitariamente, justamente, eticamente e sem prejuízos ao meio ambiente. Precisamos promover a mudança.

Logo, como equipe e editores da Mix Sustentável, nossas ambições transcendem a obtenção de um QUALIS. Nossa meta é maior. Nossa preocupação é maior. A Mix Sustentável não foi criada para alimentar nossos lattes, nossas vaidades ou nossos egos de pesquisadores. Ela foi criada para ser um lugar onde professores, alunos e colegas pesquisadores publiquem seus trabalhos na esperança de que estes sejam lidos e referenciados, mas principalmente, que originem discussões, produtos e soluções sustentáveis para o nosso mundo. O objetivo principal deste periódico é servir como agente de integração, como uma rede. Deve proporcionar encontros entre pesquisadores do Brasil e talvez do mundo todo, para que juntos, compartilhem suas experiências num ambiente interdisciplinar, originando aplicações práticas e coerentes com nossa realidade.

Queremos agradecer muito a todos os professores, alunos e pesquisadores que enviaram seus artigos para essa edição inaugural porque, sobretudo, acreditam, como nós, que apesar de todas as questões citadas no início deste editorial, podem fazer algo de concreto para que seus filhos e netos um dia possam se orgulhar de nossa geração.

Paulo Cesar Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto

Sumário

Artigos

10 **GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE RESÍDUOS URBANOS**
Giovanni M. Arrigone; Cristine do N. Mutti; Paulo C. M. Ferroli; Lisiane I. Librelotto

25 **PROJETO CONCEITUAL DE TRICICLO**
Adriane Shibata Santos; Jeffer Rodrigo Munsi ; Anna Luiza Moraes de Sá Cavalcanti

42 **MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE SOM EM APARELHOS REPRODUTORES DE MP3 E AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE PERDA AUDITIVA EM SEUS USUÁRIOS**
Sandra Kimie Miyazaki; João Candido Fernandes

50 **DESIGN E INOVAÇÃO SOCIAL**
Sydney Fernandes de Freitas; Patricia Borba Werner

57 **JOGOS DE SUSTENTABILIDADE E ECO DESIGN: ESTRATEGIA DE ENSINAGEM CINESTÉSICA**
Ana Veronica Pazmino

69 **DESIGN GRÁFICO E SUSTENTABILIDADE**
Giorgio Gilwan; Marco Aurélio Petrelli; Marília Matos Gonçalves

76 **GESTÃO DE MARCAS VERDES NO SETOR HOTELEIRO**
Paula Felipe Schlemper; Jackeline do Socorro Benassuly Barbosa; Marcely Ferrreira Nascimento

89 **A SIMPLIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO EM INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**
Carlos Daniel Pinto Coelho; Lisiane Ilha LIbrelotto

100 **ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DE PRODUÇÃO DO CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO**
Rodrigo Catafesta Francisco; Abrahão Bernardo Rohden; Joel Dias da Silva

115 **FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS) NO FINAL DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS**
Samuel Borges Barbosa; Marcelo Gitirana Gomes Ferreira; Fernando Antônio Forcellini

127 **UTILIZAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO POR CINZA LEVE DO BAGAÇO DE CANA-DE-ACÚCAR**
Liri Yoko Cruz Prieto Hojo; Carlos Humberto Martins

142 **CADEIAS PRODUTIVAS SUSTENTÁVEIS**
Alexandre de Avila Leripio; Daiana Censi Leripio

Entrevistas

160 JAIRO DA COSTA JUNIOR

162 ENTREVISTA COM RONALDO MARTINS GLUFKE

Teses

164 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PROGRAMAS DE ROTULAGEM AMBIENTAL

Carla Arcoverde de Aguiar Neves

Dissertações

166 REUTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES ISO EM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA

Luana Toralles Carbonari

169 UMA ANÁLISE DO RTQ-R ENQUANTO FERRAMENTA DE AUXILIO AO PROJETO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MAIS SUSTENTÁVEIS

Juliana Montenegro Matos; Marcelo Bezerra de Melo Tinôco; Aldomar Pedrini

173 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM RANCHO QUEIMADO – SC

Aniara Bellina Hoffmann

TCCs

176 PROJETO DE UM PARKLET COMO SOLUÇÃO PARA A IMPLANTAÇÃO DE PARACICLO NA UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU - FURB

Jonathan Mesquita Rodrigues; Mako Alexandre Lisboa dos Santos

178 USINA EÓLICA: ESTUDO DA PROSPECÇÃO, FUNCIONAMENTO E ELABORAÇÃO DO PLANEJAMENTO

Manoela Borsa; Natália Sens Fedrigo

180 EDIFICAÇÃO E LOTEAMENTO SUSTENTÁVEIS NO RIO VERMELHO

Gladys Ilka Klein Taparello

GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE RESÍDUOS URBANOS: COLETA E TRATAMENTO, EXEMPLOS DO NORTE DA ITÁLIA

Giovanni Maria Arrigone, PhD. (SENAI / CTAI); Cristine do Nascimento Mutti, PhD. (UFSC); Paulo César Machado Ferroli, Dr. Eng. (UFSC); Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng. (UFSC)

PALAVRAS CHAVE
Resíduos Urbanos, Energia, Coleta Seletiva, Incinerador
KEY WORDS
Municipal Waste, Energy, Selective Collection, Incinerator

RESUMO

O problema da eliminação e armazenamento de resíduos urbanos é amplamente discutido por entidades privadas e governamentais hoje em dia. Uma das soluções existentes é a possibilidade de combinar coleta seletiva com incineradores de resíduos para a produção de energia. Neste artigo são apresentados dados obtidos em um estudo sobre uma firma que gerencia a coleta seletiva e racional de resíduos urbanos (C.S.R. - *Consorzio Servizi Rifiuti* e ASMT - *Azienda Servizi Municipalizzati Tortonesi de Tortona*, província de Alessandria) e um incinerador de resíduos (termo-utilizador ou TU) de concepção avançada localizado na cidade de Brescia na Itália. O TU utiliza resíduos urbanos não recicláveis para produzir, através combustão, energia térmica que pode ser utilizada diretamente como forma de aquecimento (teleriscaldamento) ou convertida em energia elétrica.

ABSTRACT

The problem of disposal and storage of municipal waste is, nowadays, widely discussed by private and government entities. One of the existing solutions is the ability to combine selective collection with waste incinerators to produce energy. This article presents data from a study of companies that manage selective and efficient collection of municipal waste (CSR - Consorzio Servizi Rifiuti and ASMT - Azienda Servizi Municipalizzati Tortonesi of Tortona, Alessandria province) and a waste incinerator (thermo user or TU) of advanced design in the city of Brescia in Italy. The TU uses non-recyclable municipal waste to produce, through combustion, thermal energy that can be used directly as a means of heating (teleriscaldamento) or converted into electricity.

1. INTRODUÇÃO

A coleta e disposição segura dos resíduos urbanos estão virando o foco principal de discussões hoje em dia quando se enfrentam temáticas urbanas em função do aumento da quantidade e variedade dos resíduos produzidos, e conseqüente dificuldade de eliminação ou armazenamento seguro para a saúde humana. A reciclagem e o reuso de materiais originados dos resíduos urbanos parece uma das possíveis diretrizes na tendência a uma redução do volume dos resíduos através de uma coleta seletiva e inteligente dos resíduos envolvendo não somente as empresas encarregadas da coleta, mas também o cidadão, que torna-se ator principal no processo.

Uma das componentes mais interessantes deste processo de envolvimento do cidadão na gestão inteligente dos resíduos é a idéia que o lixo simplesmente não desaparece depois de jogado na lixeira, ele deve ser depositado em algum lugar.

O cidadão pode ser envolvido no processo através de várias etapas:

1)Conscientização: através de panfletos, campanhas de propagandas nos mídias e nas escolas, o problema da coleta e do armazenamento seguro de resíduos urbanos é comunicado e compartilhado gerando uma compreensão do problema e das possíveis conseqüências negativas sobre a saúde;

2)Gratificação: o cidadão/cliente privado deve poder ter um ganho (financeiro, por exemplo, mas também moral ou ético) do seu envolvimento no processo; um incentivo real e palpável é um dos requisitos mais energético no alcançar uma participação ativa e consciente no processo;

3)Informação e retorno (*feed-back*): o privado deve poder "ver" os resultados do seu esforço para poder quantificar o valor dos seus esforços e manter um alto nível de envolvimento no processo (satisfação e orgulho).

No Brasil a seleção dos resíduos é normalmente deixada à boa vontade do cidadão privado, que utiliza para isto recipientes diferenciados fornecidos no prédio, ou à habilidade do catador de lixo que seleciona os materiais que depois vende para lucro pessoal. A boa vontade do cidadão entra muitas vezes em conflito com o trabalho de selecionar as enormes quantidades de resíduos produzidos.

Como estímulo, em alguns casos na Europa foi introduzida uma técnica de retorno "quase-financeiro" onde máquinas do tipo distribuidoras, permitem ao cidadão de depositar embalagens, garrafas e potes recebendo em troca cupons que podem ser usados em lojas para obter descontos ou reduções de preço (isto pode gerar uma sensação de satisfação moral em gastar "dinheiro da reciclagem" que proporciona um valor real ao trabalho a pessoa em selecionar o lixo – ver figura 1).

Figura 1: Estação automática para a recolha diferenciada de garrafas de plástico e latas na cidade de Alessandria (IT). Bonus de 2 centavos para cada peça.

Fonte: Eco Dalle Città,(2015.)

Uma alternativa seria a introdução de um processo de coleta seletiva forçada onde o cidadão deve entregar o lixo selecionado de acordo com uma tabela de dias específicos; por exemplo, onde segunda é recolhido somente papel

(jornais, embalagens), terça somente plástico (embalagens, garrafas), terça somente vidro, etc. Isto acontece, por exemplo, na Itália onde o lixo previamente selecionado pode ser depositado em lixeiras diferenciadas (por forma e cor) nas lixeiras nas ruas. O cidadão também recebe recipientes menores para ter em casa os quais serão esvaziados pela empresa de coleta do lixo em dias pré-estabelecidos (ver Figura 2).

Figura 2: Recipientes para a coleta diferenciada do lixo na rua (esquerda) e individuais (direita).

Fonte: Autores.

A coleta seletiva permite também de selecionar resíduos não recicláveis ou reutilizáveis que mesmo assim podem ainda ter uma função útil na produção de energia (térmica, por exemplo) em vez de ocupar espaço em aterros ou em outros lugares não aptos para o armazenamento (o mar, por exemplo).

Os focos do estudo foram dois: investigar um sistema exemplar de coleta seletiva e tratamento de resíduos que resulta em alto percentual de coleta seletiva e geração de energia por biogás – o caso de Tortona; e investigar coleta seletiva com resultado potencializado: a geração de calor e energia através da incineração de resíduos não recicláveis: o caso do TU da Brescia. O trabalho aqui apresentado tem como propósito relatar estas duas experiências exemplares de coleta seletiva e geração de energia, apresentando a estrutura, organização, procedimentos e resultados destas atividades.

2. COLETA SELETIVA, BIOGÁS E GERAÇÃO DE ENERGIA

2.1 ATERROS SANITÁRIOS

Para a gestão de resíduos urbanos, as alternativas mais freqüentes são o armazenamento em grande aterros/ lixões (*landfilling*), afundamento no mar ou reciclagem total. As primeiras duas não parecem ser opções sustentáveis.

Barbosa (2014) diz que mais da metade dos municípios do país ainda enterram seus lixos em buracos sem o mínimo de proteção necessária para evitar contaminação do meio ambiente, colocando a saúde da população em risco.

No Brasil a Lei dos resíduos sólidos - Lei 12.305, denominada de Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entrada em vigor em 3 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010) determina que todos os lixões do país deviam ser fechados até o dia 2 de agosto de 2014 e que os resíduos sem possibilidade de reciclagem deveriam ser encaminhados para um aterro sanitário .

O prazo de fechamento dos lixões não pode ser cumprido e vários novos prazos foram decididos (com prolongamentos de prazo de até oito anos).

A falta de comprometimento das autoridades competentes ou as dificuldades de tipo econômico não são os únicos fatores que fazem a diferença. "Dos cerca de 2500 municípios brasileiros que ainda possuem lixão (de um total de 5.570), 45% estão concentrados no Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Em muitas regiões, tem-se um problema de distância e de isolamento, há lugares onde só se chega de barco. Ariovaldo Caodaglio, presidente do Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo (Selur) pontua a dificuldade de transportar resíduo neste caso.

Em caso de uso de aterros, cuidados de-

vem ser tomados. Os aterros devem ser construídos em maneira a prevenir infiltrações de líquidos contaminantes (chorume), originados dos resíduos, no lençol freático que fornece água para uso humano. Isto pode ser um grande problema para saúde humana (SISINNO, MOREIRA, 1996).

O aterro uma vez cheio será coberto, tornando-se uma superfície de difícil utilização em quanto sujeita a variações de altura/nível (já que no interior os resíduos se transformam, decompondo-se e mudando de volume) e a emissões dos produtos da transformação dos resíduos no seu interior (como, por exemplo, chorume e metano, CH_4, um dos gases mais envolvidos no efeito estufa).

Normalmente os aterros são difíceis de fiscalizar e controlar em termos de:

1)Adequação às normas na construção da estrutura do aterro e conseqüente possibilidade de infiltrações no subsolo devida à má execução ou escolha de lugar geologicamente não idôneo;

2)Material depositado no aterro que pode produzir um perigo em termos de contaminação em liberar gases perigosos ou tóxicos ou radiações ou outros tipos de poluentes.

O afundamento no mar não parece mais uma alternativa viável, por vários motivos como a contaminação do ambiente (poluição) e a criação de situações anômalas e difíceis de controlar como a formação de "ilhas de fragmentos de plástico" em áreas de confluência de correntes marinhas como o Pacific Trash Vortex, ou Vórtice de Lixo do Pacífico (EPA, 2011).

A reciclagem total dos resíduos é uma realidade ainda longe de ser alcançada. Muitos resíduos ainda não têm como ser reaproveitados em maneira eficiente e economicamente viável. Por exemplo, lâmpadas, acrílicos, papel celofane, espuma, Espuma Vinílica Acetinada (EVA) e Isopor: este último material pode ser reciclado, porém, muitas empresas que trabalham com reciclagem rejeitam o isopor em função do baixo retorno financeiro que representa. A reciclagem também acontece com uso de recursos energéticos e processos químicos que podem ter um impacto sobre o meio ambiente

Uma das vantagens da coleta seletiva é a possibilidade de utilizar aterros em maneira eficiente e não perigosa.

2.2 GERAÇÃO DE ENERGIA

A possibilidade de transformar o aterro em um elemento desfrutável economicamente para produzir energia em vez de um perigo ou inconveniente pode produzir uma nova tendência em que o aterro vira necessariamente controlado para produzir os melhores resultados, uma vantagem, em vez de um problema (figura 3).

Figura 3: Seqüência de captação de biogás de aterros

Fonte: Autores.

A captura do metano dos aterros (Figura 3), é uma realidade que pode ser utilizada em lugares com dificuldade em abastecimento energético ou como suporte na geração normal. O gás produzido da decomposição dos resíduos (1) é captado (2) por poços de coleta que são usados para enviar o gás às usinas de transformação (3).

Uma segunda possibilidade para a conversão de resíduos em energia é a queima de resíduos previamente selecionados através da coleta seletiva em um incinerador.

alternativa viável por apresentar dois grandes fatores positivos:

1) A combustão reduz o volume de resíduos (em 90-95%);

2)A combustão produz também calor que adequadamente desfrutado pode gerar energia. (Comune di Brescia 2008-2010):

Mas a simples menção de incineradores pode gerar rejeição como tecnologia, em função das emissões geradas. Johnke (1998) relata em maneira abrangente as emissões de um incinerador explicando que a incineração de resíduos urbanos envolve a geração de emissões relevantes para o clima. Estes são principalmente emissões de CO_2 (dióxido de carbono), bem como de N_2O (óxido nitroso), NO_x (óxidos de azoto), NH_3 (amónia) e C orgânico, medido como carbono total. CH_4 (metano) não é gerado na incineração de resíduos durante a operação normal de modo que CH_4 em termos quantitativos, não é para ser-visto como relevante para o clima. CO_2 constitui a principal emissão relevante sobre o clima da incineração de resíduos e é consideravelmente maior, por pelo menos 102, do que os outros gases.

Muitos artigos apontam para o desenvolvimento que a tecnologia dos incineradores teve dos anos 90 até hoje em particular sobre o nível alcançado no monitoramento e abatimento das emissões em conjunto com a melhoria no desempenho energético (PORTEOUS, 2001).

A aceitação dos incineradores e da prática de eliminação dos resíduos urbanos contrasta fortemente com o sentimento de adversidade do publico alimentada pela ansiedade sobre os efeitos sobre a saúde das emissões. Ao considerar a toxicidade das emissões de processos industriais, é óbvio que efeitos nocivos são possíveis, mas um método simples para explicar o tamanho do risco global tem sido difícil de achar. A única maneira que pode mostrar corretamente quanto grande seja o risco de dano a saúde de fato é a comparação com outras exposições ou riscos mais conhecidos. Por exemplo, o risco de morrer de emissões do incinerador é, em geral, 500 vezes menor do que o risco de morrer em um acidente de estrada (ROBERTS, CHEN, 2006).

Pode-se condensar as vantagens e desvantagens dos dois grandes métodos de tratamento dos resíduos na Tabela 1 (PARO *et al*., 2008)

3. MÉTODO

Como já destacado, os focos do estudo foram dois: investigar um sistema exemplar de coleta seletiva e tratamento de resíduos que resulta em alto percentual de coleta seletiva e geração de energia por biogás – o caso de Tortona; e investigar coleta seletiva com resultado potencializado: a geração de calor e energia através da incineração de resíduos não recicláveis: o caso do TU da Brescia.

O método utilizado neste estudo seguiu cinco fases distintas, mas seqüenciais:

I. Procedimento inicial de definição do foco da pesquisa e das problemáticas envolvidas.

II. Planejamento das visitas e da coleta das informações relevantes;

III. Pesquisa bibliográfica e fundamentação teórica;

IV. Elaboração do roteiro de perguntas para entrevistas e esclarecimentos sobre os processos e técnicas envolvidas;

VI. Realização das visitas, entrevistas e coleta de material documental;

V. Análise de documentos.

As entrevistas foram estruturadas nos seguintes tópicos:

Para a visita ao termoutilizador: (a) Diretor: composição da empresa; gestão dos resíduos; geração de calor; normativas seguidas; emissões de gases; processo de projeto, construção e fundação do TU; dificuldades encontradas (técnicas e sociais); sistema de análise nas na chaminé / resultados e impacto; destino dos resíduos da incineração; funcionamento do sistema de aquecimento à distância; funcionamento do sistema de geração de eletricidade; adequação do sistema para menor alcance, como bairros, grandes condomínios ou centros comerciais; (b) Vice-chefe de operações: forma de gestão pela empresa; características dos resíduos recebidos e tratados; forma de tratamento de resíduos,

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens de aterros sanitários e incineração

Aterros Sanitários	**Usina de Incineração**
Vantagens	Vantagens
• Recebem os RSU praticamente da maneira como são recolhidos, através das estações de transbordo; • Dispõem o lixo de maneira adequada ambientalmente; • Geram biogás que pode ser capturado e aproveitado; • Exige a captura e o tratamento do "chorume"; • Emissão de carbono é distribuída no tempo, uma vez que o ciclo de vida de um aterro é de em média 40 anos.	• Reduz 70 – 75% da massa e cerca de 90% do volume dos RSU; • Incentiva a triagem e reciclagem de materiais, uma vez que alguns deles não podem ser inseridos no incinerador; • Não exige grandes áreas como o aterro, apenas a área da usina; • Inexiste o "chorume"; • Elimina emissões de CH_4; • Gera significativa quantidade de energia elétrica, reduzindo a queima de combustíveis fósseis em termelétricas.
Desvantagens	Desvantagens
• Exige grandes áreas para implantação; • Impossibilita o uso da área por muitos anos após o fechamento do aterro; • Exige topografia adequada; • Provoca grande movimentação de terra e resíduos; • Gera menor quantidade de energia elétrica ao longo do tempo; • Após capacidade esgotada, exige ainda cuidados e manutenção por pelo menos 30 anos.	• Necessita tratamento do lixo urbano para retirada de metais, vidro, redução de resíduos de alimentos e umidade, antes do envio para incineração; • Emite grande quantidade de CO_2, mas tais emissões podem ser compensadas com as respectivas reduções nas termelétricas; • Pode emitir poluentes como CO, SOx, NOx, material particulado, dioxinas e furanos caso medidas mitigadoras não sejam tomadas.

Fonte: Paro *et al* (2008)

sistema de análise nas na chaminé / resultados; destino dos resíduos da incineração; funcionamento: características operacionais de todos os sistemas envolvidos (com grande detalhamento); características do pessoal empregado.

Para o Consorzio Servizi Rifiuti as entrevistas realizadas foram sobre tópicos gerais da gestão dos resíduos urbanos.

4. RESULTADOS DAS VISITAS E DADOS OBTIDOS

4.1 C.S.R. - CONSORZIO SERVIZI RIFIUTI

Foi feita uma visita ao Consorzio Servizi Rifiuti, Consórcio que gerencia os serviços municipais como água, transportes e resíduos da província de Alessandria (na região Piemonte, na Itália). O foco da visita foi o tratamento de resíduos, para conhecimento do sistema de coleta e tratamento de resíduos e de geração de energia a partir de biomassa por eles aplicado. Além da visita, foram entrevistados o Engenheiro presidente do consórcio, e o Engenheiro responsável pela operação da estação.

Tal consórcio foi selecionado por representar um diferencial com relação à gestão dos sistemas municipais, com foco em tratamento de resíduos (em escala reduzida, quando comparado à geração de energia na Brescia). O foco da visita e entrevistas realizadas foi na gestão dos resíduos urbanos.

Na entrevista foram descritos o sistema de seleção e descarga de resíduos, os cuidados tomados na gestão dos resíduos, as estratégias utilizadas pela empresa, e as campanhas de conscientização para os cidadãos para que estes colaborem com a coleta seletiva. Também foi descrita a utilização de biogás gerado a partir de resíduos verdes para gerar energia elétrica para utilização no funcionamento da estação (impianto). Os entrevistados destacaram que a energia restante ainda é vendida à rede para alimentação do município.

Ainda assim, observou-se, na entrevista com o presidente do Consórcio uma profunda sabedoria e prudência com relação à gestão de resíduos urbanos, e uma clara manifestação a favor do termoutilizador de Brescia, o que pretende implantar no futuro para a província de Alessandria.

O Consórcio preocupa-se em envolver os cidadãos na colaboração com a coleta seletiva, já que os materiais recicláveis podem ser vendidos, revertendo em renda para o consórcio, o que reduz as tarifas para os cidadãos. Como ainda usam aterro sanitário, isto também reduz a quantidade de lixo ali jogado, além dos benefícios naturais da reciclagem de materiais. São feitas fortes campanhas de conscientização com os cidadãos, gastam em torno de 30.000 Euros por ano, só com campanhas, incluindo material impresso e mídia. Eles também fretam ônibus e pagam o combustível para que sejam feitas visitas escolares às estações de tratamento de resíduos.

Após a entrevista foram efetuadas visitas à estação de seleção e tratamento de resíduos recicláveis, e à estação de tratamento de resíduos provenientes da coleta indiferenciada, à estação de geração de eletricidade a ao aterro sanitário, todas localizadas na cidade de Tortona, na Província de Alessandria.

O material documental recebido durante a visita foi publicação com divulgação e explicação sobre reciclagem, utilizado para conscientização da população e calendário de coleta.

Durante a visita, foi realizado registro fotográfico sobre o tratamento do lixo reciclável realizado, como forma de descrição do processo. As figuras 4 a figura 9 mostram este registro fotográfico.

Figura 4: Baias de recebimento do material; os cidadãos podem descarregar lixo volumoso, como grandes eletrodomésticos, na 'Ilha Ecológica.

Fonte: Autores

Figura 5: Recebimento de remédios vencidos e pilhas. Os remédios são incinerados.

Fonte: Autores

Figura 6: Separação de galões de plástico. São tratados em separado dos demais plásticos por terem eventualmente contido substâncias químicas ou óleoseletrodomésticos, na 'Ilha Ecológica.

Fonte: Autores

Figura 7: Separação de papel e papelão: é feita manualmente por tipo de material, sendo este colocado nas aberturas, caindo em esteiras para posterior empacotamento.eletrodomésticos, na 'Ilha Ecológica.

Fonte: Autores

Figura 8: Empacotamento do plástico.eletrodomésticos, na 'Ilha Ecológica.

Fonte: Autores

Figura 9: Containeres com eletrodomésticos e monitores, a serem encaminhados para tratamento específico por terceiros.eletrodomésticos, na 'Ilha Ecológica.

Fonte: Autores

A figura 10 à figura 13 mostram o registro fotográfico sobre o tratamento realizado para o lixo indiferenciado. O destaque para este registro é a deposição do material resultante da coleta indiferenciada em um aterro sanitário especial. O lixo estabilizado é depositado e acontece como na figura 13: o metano é captado, e gera biogás, que gera a eletricidade necessária para o funcionamento do complexo, e pequeno adicional para o uso pela população.

4.2 ASMT - AZIENDA SERVIZI MUNICIPALI TORTONA

Conectada com a etapa anterior, foi realizada visita a uma das empresas que prestam serviço para o consórcio (Consorzio Servizi Rifiuti), a ASMT, também localizada na cidade de Tortona. Durante a visita foi explanado pelo responsável pelo setor de aquisições o sistema de coleta seletiva realizado pela empresa.

Tal sistema é bastante exemplar. A empresa fornece lixeiras para cada tipo de resíduo a ser coletado: lixeiras para a coleta porta a porta (cada residência recebe uma lixeira marrom para resíduos orgânicos, cinza para coleta indiferenciada, e verde para restos de corte de grama e plantas (biomassa). Um calendário de coleta é distribuído aos moradores, com dias certos para coleta de cada tipo de resíduo. Assim, a empresa solicita que os moradores coloquem do lado de fora de casa a lixeira da cor definida, no dia definido. Para coleta de vidro, plástico, tetrapak, alumínio e papel e papelão, são colocadas nas ruas grandes lixeiras (containeres) de plástico de cores específicas, a uma distância máxima de 150 metros de cada residência.

De acordo com o entrevistado, em função desta organização e das campanhas de conscientização, no último ano atingiu-se um crescimento de coleta seletiva (que inicialmente era de 10% do lixo produzido na região), chegando a 40%, e em algumas cidades até 70%.

Durante a visita foram coletados folders de conscientização; adesivos explicativos para as lixeiras; lixeira doméstica com trava para lixo orgânico (amostra).

Durante a visita, foi realizado registro fotográfico sobre distribuição das lixeiras e coleta. A figura 14 à figura 19 mostram este registro.

Figura 10: Tratamento de resíduos da coleta indiferenciada.

Fonte: Autores

Figura 11: Biofiltro para filtragem do ar que sai de dentro da estação de tratamento.

Fonte: Autores

Figura 12: Estabilização do lixo antes da deposição no aterro sanitário.

Fonte: Autores

Figura 13: Produção de biogás, que gera a eletricidade necessária para o funcionamento do complexo, e pequeno adicional para o uso pela população.

Fonte: Autores

Figura 14: Containeres de coleta de plástico, latinhas e tetrapak (amarela) e de papel e papelão (branca), posicionadas a cada 150 metros (máximo).

Fonte: Autores

Figura 15: Adesivos explicativos colados nas lixeiras, listando o que colocar ou não em cada uma.

Fonte: Autores

Figura 16: Lixeira para compostagem: cada residência pode ter a sua. O morador recebe o container, as instruções e os produtos para efetuar a compostagem de seus resíduos orgânicos.

Fonte: Autores

Figura 17: Lixeira para comerciantes que trabalhem com alimentos (padarias, bares e restaurantes). Para evitar que toquem a lixeira, esta é provida de um dispositivo tipo chave, que quando encaixado abre a tampa da lixeira, e quando retirado a fecha.

Fonte: Autores

Figura 18: Lixeira doméstica contendo resíduos orgânicos, colocada na frente de residência no dia específico da coleta.

Fonte: Autores

Figura 19: Pátio do depósito da ASMT. Novos containeres a serem distribuídos em novos municípios, para a ampliação da coleta.

Fonte: Autores

4.3 TU – TERMOUTILIZADOR DE BRESCIA

Durante o estudo, pode-se verificar o funcionamento do TU da Brescia.

Ao complexo, são enviados:

• Resíduos Sólidos Urbanos, (RSU), ou seja todo aquilo que não pude ser recuperado através da coleta diferenciada da área da cidade de Brescia ;

• Resíduos Especiais de atividades comerciais;

• Biomassa (madeira, resíduos vegetais, etc.).

A quantidade de resíduos e biomassa utilizados em um ano corresponde a 800.000 toneladas.

O poder calorífico dos resíduos oscila entre 1800 e 2400 kcal/kg dependendo da composição dos resíduos.

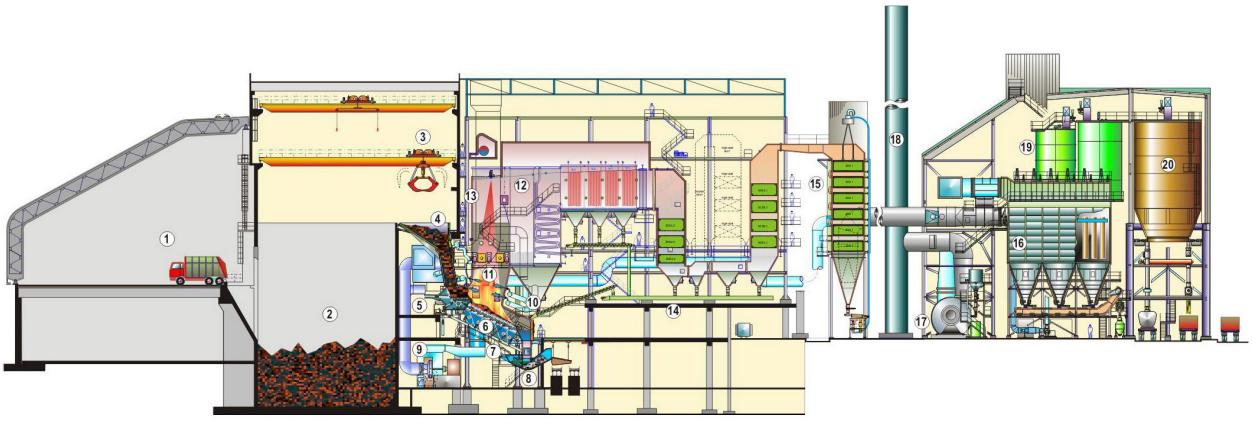
Um esquema do Termoutilizador da Brescia pode ser observado na figura 20:

No esquema de figura 20 são mostradas as fases da queima dos resíduos urbanos provenientes da coleta seletiva. Os resíduos, depois de passarem através de vários seletores (portais de monitoramento) para eliminar metais ou componentes perigosos, como substâncias radioativas (resíduos de hospitais, por exemplo), são descarregados em uma área fechada dividida por 2/3 pela coleta de resíduos urbanos e pelo restante 1/3 para a biomassa (pontos 1 e 2 em Figura 3).

Grandes gruas carregam os resíduos sobre uma grelha inclinada móvel (chamadas de Inclined *Counter-Rotatig Grates*, formadas de 15 degraus em movimento para cima que permitem uma melhor e contínua mistura dos resíduos para uma combustão total e eficiente, ponto 6 em figura 20) onde são queimados a uma temperatura de 1100 °C para assegurar a degradação das substâncias orgânicas tóxicas. Queimadores (Martin) adicionais são usados no caso que a combustão não possa ser sustentada à temperatura requerida (ponto 8 em figura 20).

Os gases quentes trocam energia (calor) com água produzindo vapor pressurizado a alta temperatura (460 °C, ponto 12 figura 20) que é usado, entre outros, para mover turbinas pela produção de energia elétrica ou para o aquecimento de edifícios. Os gases agora a temperatura de cerca de 200 °C são canalizados para filtros de depuração e resfriados para ser devolvidos à atmosfera. Os resíduos da combustão, sobre a grelha são resfriados lentamente para evitar, de novo, a formação de compostos pe-

Figura 20: Esquema do TU de Brescia.



Fonte: MARTIN GmbH, (2007).

[3]Com composição típica: papel e papelão 35%. Matérias plásticas 22%. Material orgânico, tecidos e madeira 33%. Material inerte, metal, vidro 10% (em 2010 na área da prefeitura de Brescia).

[4]Quilocaloria (kcal) é a quantidade de calor necessário para levar 1 kg de água de 14,5 °C até 15,5 °C á pressão de uma atmosfera.

rigosos.

Escombros de metal de várias dimensões são retirados utilizando um eletro-imã e aviados para ser re-fundidos e o metal ser reutilizado.

O incinerador produz como resultado da combustão:

1.Cinzas: estas são os resíduos sólidos da combustão que podem conter substâncias potencialmente tóxicas (metais pesados como cádmio, zinco e chumbo).

2.Gás: são produzidos pela destruição, através combustão, de moléculas orgânicas altamente complexas (como borrachas) ou pela vaporização de substâncias normalmente inertes (mercúrio) e podem conter novas substâncias altamente tóxicas (dioxina, CO_2, SO_2, NOx).

3.Calor, com uma energia térmica produzida anual de 505 milhões de quilowatt-hora.

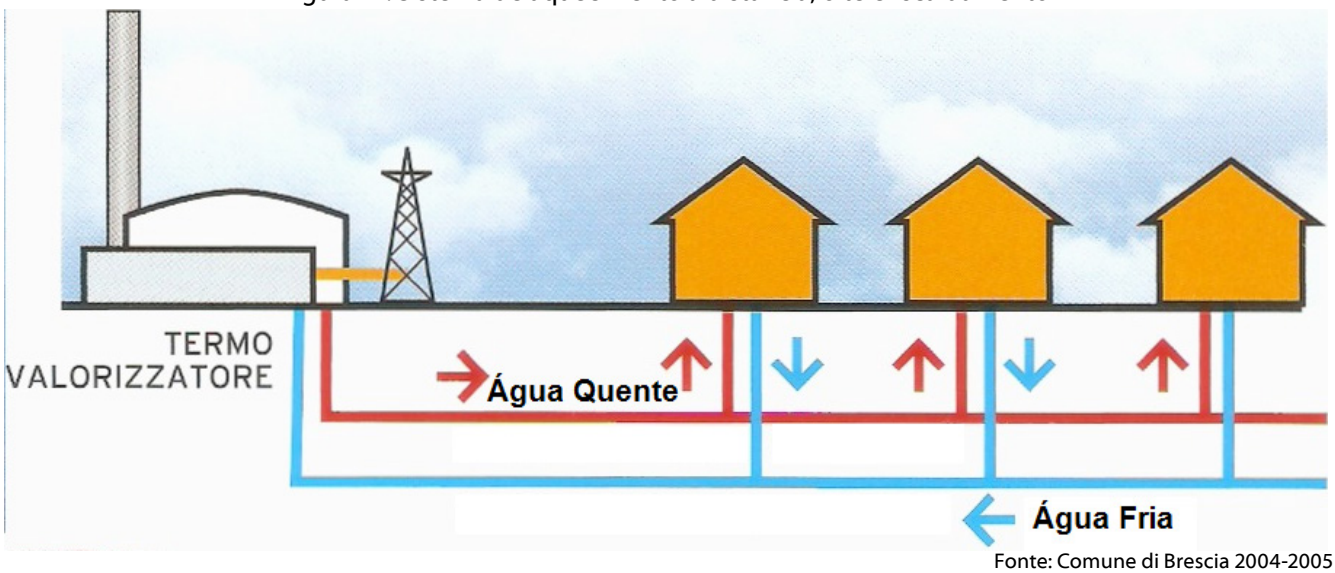
No teleriscaldamento a água é aquecida pelo calor produzido na queima dos resíduos e enviada pela rede de aquecimento da cidade (figura 21). Na entrada de cada residência ou prédio há uma central que regula a entrada de água quente e devolve aquela já fria, após a passagem desta pelos radiadores nas residências. A água volta ao TU para ser novamente aquecida e continuar o ciclo (figura 21).

Junto com a redução de poluição devido à eliminação do aquecimento tradicional necessário nos edifícios o TU, produzindo energia elétrica, contribui para a redução de poluição devida à produção clássica de eletricidade (centrais termoelétricas).

Em 2008, o TU de Brescia produziu e injetou na rede: 569 GWh de energia elétrica e 574 GWh de energia térmica. Em 2009 a produção e injeção na rede pelo TU foi 430 GWh de energia elétrica e 615 GWh de energia térmica. Em 2010, o TU produziu e injetou na rede: 575 GWh de energia elétrica e 796 GWh de energia térmica. Aenergia elétrica oscilou, mas a produção de energia térmica só cresceu.

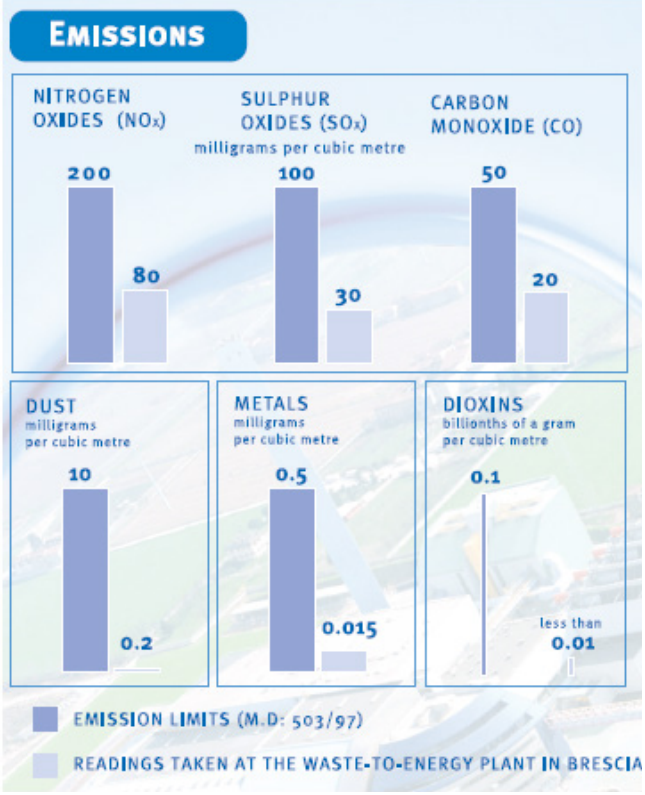
Para atender aos limites de emissões estabelecidos pelas leis de cada país o processo de combustão deve ser controlado corretamente e os gases de combustão limpos antes de sua vazão final (Figura 22).

Figura 21: Sistema de aquecimento à distância, o teleriscaldamento



Fonte: Comune di Brescia 2004-2005

Figura 22: Comparação entre as emissões do TU e os limites estabelecidos pela lei.



(Fonte: Comune di Brescia 2008-2010)

O controle do produto final depois das fases de filtragem é executado na chaminé a várias alturas com equipamentos de monitoramento que continuamente medem a concentração de:

- Oxigênio (O_2);
- Monóxido de Carbono (CO);
- Dióxido de Enxofre (SO_2);
- Óxidos de Nitrogênio (NO_x);
- Acido Clorídrico (HCl);
- Pós Totais em Suspensão (PTS);
- Carbono Orgânico Total (COT).

O sistema de monitoramento contém aparelhos duplos para manter continuidade de monitoramento mesmo em caso de falha.

Durante a visita ao TU, recebeu-se: (1) DVD de apresentação do termoutilizador; (2) Relatório do observatório sobre o funcionamento do termoutilizador referente aos anos de 2004 e 2008; (3) Material explicativo sobre a geração de energia e teleriscaldamento; (4) Livro com a história da empresa ASM, e da implantação dos serviços municipais na Brescia.

O registro fotográfico realizados durante a visita ao TU é apresentado nas figura 23 a figura 28.

Figura 23: Vista externa do termoutilizador.

Fonte: Autores

Figura 24: Chaminé contra o céu no período da manhã; vista de alguns ângulos, é quase invisível (baixo impacto visual).

Fonte: Autores

Figura 25: Portal pelo monitoramento dos resíduos perigosos (radioativs).

Fonte: Autores

Figura 26: Área fechada de coleta dos resíduos.

Fonte: Autores

Figura 27: Queimadura dos resíduos na grelha inclinada móvel.

Fonte: Autores

Figura 28: Resultado da incineração: metais e escória

Fonte: Autores

5. CONCLUSÕES

Considerando a experiência adquirida no estudo relatado neste artigo, pode-se concluir que a coleta seletiva pode ajudar a: reduzir a necessidade de matérias primas; reduzir consumo de água e energia; reduzir o volume e controlar a tipologia dos resíduos destinados ao armazenamento (aterros); proteger o ambiente e a saúde humana (evitando depositar sobre o território materiais direta ou indiretamente perigosos).

Em conclusão o uso de sistemas de coleta seletiva com combinada geração de energia como no caso do TU, pode gerar uma redução consistente do espaço ocupado pelos resíduos e da conseqüente poluição gerada pelos mesmos. Em conjunção, este tipo de tecnologia produz como efeito secundário energia que pode ser utilizadas em substituição aquela produzida com métodos convencionais altamente poluentes (combustíveis fósseis, nuclear, etc).

A oposição a este método de eliminação de resíduos vem principalmente do medo da periculosidade dos gases produzidos durante a combustão. Mas grande parte do complexo do TU é dedicada exatamente ao controle e eliminação destes gases. A grande diferença com os métodos tradicionais de eliminação de resíduos e que esta técnica permite o monitoramen-

to pontual e passo a passo de todas as fases do processo de eliminação dos resíduos.

O impacto sobre o território da presença do TU pode também ter características positivas e negativas em relação à aceitação do público. Normalmente a percepção do público à presença de um TU sobre o território tende a ser negativa por causa de razões relacionadas às emissões, mal cheiro, pó, barulho e estrago da paisagem. Porém, a maioria destas razões é conectada com os métodos de operação de velhos incineradores com tecnologias antigas e controles quase inexistentes. Hoje em dia os controles e as leis que regulam as emissões são rigorosos.

Pode-se, então concluir que a coleta seletiva proporciona uma redução no uso de matérias primas e de energia e pode operar em conjunto com o TU, representando uma tecnologia de baixo impacto ambiental do ponto de vista das emissões e visual produzindo, em complexo, benefícios pela comunidade. Tais benefícios aparentam serem superiores às desvantagens da presença do complexo no território da região.

REFERÊNCIAS

A2A. http://www.a2a.eu/gruppo/cms/a2a/

ASMT. Azienda Servizi Municipali Tortona. www.asmt.it

Barbosa, V. Até quando Brasil vai enterrar seus resíduos em lixões? Revista Exame, Editora Abril S.A., 2014.

BRASIL. Lei 12.305 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, 2 de agosto de 2010.

COMUNE DI BRESCIA Settore Ambiente ed Ecologia. Rapporto dell'osservatorio sul funzionamento de Termoutilizzatore di Brescia relativo agli anni 2004-2005 e 2008-2009-2010.

COMUNE DI BRESCIA. Termoutilizzatore. Disponível em: http://www.comune.brescia.it/Istituzionale/Settori/ambiente+ed+ecologia/termoutilizzatore.htm. Acesso em abril de 2008.

CONSORZIO SERVIZI RIFIUTI. Disponível em: http://www.csrifiuti-noviligure.it/index.php

ECO DALLE CITTA. Notiziario per l'ambiente urbano e l'ecologia. Disponível em: http://www.ecodallecitta.it/notizie/11406/ecobank-successo -ad-alessandria-per-la-macchina-che-da--2-centesimi-a-bottiglia/ acesso: maio 2015

EPA - U.S. Environmental Protection Agency. Marine Debris in the North Pacific A Summary of Existing Information and Identification of Data Gaps. 2011

MARTIN GMBH, Thermische Abfallbehandlungsanlage ASM Brescia, Italien - Waste-to-Energy Plant ASM Brescia, Italy. 2007

MARTIN GMBH, Thermische Abfallbehandlungsanlage ASM Brescia, Italien - Waste-to-Energy Plant ASM Brescia, Italy. 2007

OGGI. Revista do Corrieri Della Sera. Por Alessandro Pena. Milão, Janeiro de 2008. P. 26-29.

PARO, A., C., da Costa, F., C., Coelho, S. T. Estudo Comparativo para o tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos: Aterros Sanitários X

ROBERTS, R., J., Chen, M. Waste incineration—how big is the health risk? A quantitative method to allow comparison with other health risks. Journal of Public Health, Vol. 28, No. 3, pp. 261–266 (doi:10.1093/pubmed/fdl037 Advance Access Publication 25 July 2006).

SISINNO, C., L., S., Moreira, J., C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 12(4):515-523, out-dez, 1996

PROJETO CONCEITUAL DE TRICICLO
UMA PROPOSTA SOCIOAMBIENTAL PARA A MOBILIDADE URBANA

Adriane Shibata Santos, Dra. (UNIVILLE); Anna Luiza Moraes de Sá Cavalcanti; Jeffer Rodrigo Munsi (UNIVILLE)

PALAVRAS CHAVE
Mobilidade urbana, cidades inteligentes e sustentáveis, design conceitual automotivo
KEY WORDS
Urban mobility, smart and sustainable cities, automotive concept design

RESUMO

Este artigo apresenta o processo de desenvolvimento de um projeto conceitual de veículo urbano para o ano 2020 proposto em um trabalho de conclusão de curso. Ao considerar a mobilidade urbana um dos fatores que mais influencia no crescimento das cidades, no desenvolvimento social e na qualidade de vida dos habitantes, o projeto se faz relevante. Para a realização deste trabalho foram empregados métodos de pesquisa em design que abrangeram pesquisa bibliográfica, levantamento de dados e análises e ferramentas de criação, entre outros. O resultado final apresenta como solução um veículo compacto que visa um menor impacto ambiental com menor ocupação do espaço público, menor emissão de gases, maior agilidade e autonomia.

ABSTRACT

This paper presents the development procces of urban vehicle conceptual design for 2020 proposed by a course conclusion work. The project gains its relevance by the consideration of urban mobility as one of the most important factors that influence the cities growth, its social development and its inhabitants life quality. In order to realize this work it was applied design research methods that involve literature research, data collection, analysis and creative tools, etc. The final result presents as a solution a compact vehicle aimed lower occupancy of public space, less gas emission, more agility and autonomy.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das cidades e o aumento da renda média da população são fatores que contribuem para o crescimento da mobilidade urbana, que se tornou uma necessidade humana essencial. A capacidade de transportar pessoas e mercadorias possibilitou o desenvolvimento econômico das cidades e a sobrevivência humana.

Segundo o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2001), por mobilidade sustentável entende-se:

> [...] a capacidade de atender às necessidades da sociedade em deslocar-se livremente, em ganhar acesso, em comunicar, em comercializar e em estabelecer relações sem sacrificar outros valores fundamentais humanos ou ecológicos, hoje ou futuramente. (WBCSD, 2001)

Porém, observam-se alguns problemas urbanos, principalmente ambientais, decorrentes deste desenvolvimento urbano. Conforme destaca Larica (2003), com a invenção do automóvel, o raio de ocupação das áreas metropolitanas abrangeu 40 quilômetros devido ao alcance da distância média de transporte. Com o aumento de veículos circulando, os índices de poluição também aumentaram e a ocupação das áreas públicas por veículos se tornou um problema.

Os prejuízos gerados pelos congestionamentos nos grandes centros brasileiros chegam a bilhões de reais. Algumas das causas são: sinais de trânsito sem sincronia, travessias de ruas, entroncamentos complexos, obras viárias, viadutos e elevados que interferem na paisagem e desvalorizam as edificações. A ocupação de calçadas de pedestres, a saturação das ruas, os acidentes de trânsito, os ruídos excessivos, a poluição e muitos outros, são problemas diretos e indiretos decorrentes da mobilidade urbana.

Os congestionamentos produzidos pelo caos no trânsito custam muito dinheiro para a sociedade como um todo, prejudicam a saúde física e psicológica da população e atrapalham o crescimento econômico e social do país.

Os gastos das famílias de classe média com a mobilidade giram em torno de 15 a 20% de sua renda. Além disso, a ascensão das pessoas na escala socioeconômica é seguida sempre de um aumento de gastos com mobilidade, como a compra de veículos, contratação de motorista , maior consumo e, consequnetemente mais idas às compras, viagens mais frequentes e mais saídas para o lazer.

Observando este cenário, este artigo apresenta os resultados de um Trabalho de Conclusão de Curso em Design na Universidade da Regisão de Joinville (Univille), no qual foi desenvolvida uma proposta conceitual de veículo urbano com configuração de triciclo. O projeto, realizado em parceria entre o Laboratório de Estudos em Design-Cidade (LECid) da Univille/ Joinville e o Laboratório de Inovação (LI) da UFSC/Florianópolis, trabalhou uma proposta conceitual de veículo, para uso urbano, de baixo custo, com sistema *powertrain* e carroceria inclinável para proporcionar o transporte seguro de duas pessoas, dispostas em linha dentro do veículo.

O artigo apresenta parte do referencial teórico verificado para o projeto, além de algumas etapas projetuais e principais métodos e ferramentas aplicados. Por fim, o resultado alcançado e a proposicão de desdobramentos futuros.

2. MOBILIDADE URBANA: CENÁRIO ATUAL

Para melhor compreender as necessidades deste projeto e ampliar o conhecimento sobre o tema abordado, a fundamentação teórica buscou uma contextualização no campo de estudo do design, abordando o transporte e a mobilidade urbana para um cenário projetado para 2020. Primeiramente são apresentados o cenário atual e os fatores socioambientais que interferem na mobilidade urbana.

A grande oferta de veículos disponíveis pelas montadoras, de algum modo, não oferece mais a independência desejada. Já é possível observar o desinteresse das novas gerações em relação à posse de veículo, se comparado a um *smartphone*. Em grande parte, isso é decorrente dos problemas atuais referentes à mobilidade urbana, como congestionamentos, falta de espaço nas ruas e nos estacionamentos, emissão de gases poluentes, além de prejuízos financeiros e diminuição na qualidade de vida das pessoas.

A busca por soluções que visam suprir a utilização do automóvel individual surge em inúmeros estudos sobre a mobilidade. No entanto, não se pode negar a importância do automóvel para a vida das pessoas e das cidades. Compreende-se que o automóvel é só mais um elemento deste cenário e que precisa funcionar de modo conectado a outros modais de transporte urbano, a partir de um sistema que seja renovado por meio de planejamento, dando equilíbrio e origem a novos serviços (LARICA, 2003).

A população mundial está cada vez mais baseada em cidades, de modo que 53% da população vive atualmente em áreas urbanas. A previsão é que em 2050 esse número tenha aumentado para 67%. Atualmente, 64% dos trajetos realizados está dentro de ambientes urbanos e toda população urbana deverá triplicar os quilômetros percorridos até 2050. Em 2030, 80% da riqueza mundial estará concentrada em áreas urbanas.

Estima-se que hoje a população mundial tenha 7 bilhões de pessoas, com aproximadamente 10 milhões de habitantes vivendo em apenas 26 grandes cidades. Para transportar estas pessoas e suas mercadorias, são necessários 850 milhões de carros e caminhões, movidos por trilhões de litros de combustíveis fósseis que liberam três bilhões de toneladas de dióxido de carbono na atmosfera (MITCHELL, BORRONI-BIRD e BURNSB, 2010).

Os caminhos físicos para a circulação das pessoas e veículos são as vias e calçadas, que variam em largura, tipo de pavimentação e também na função que exercem na vida das cidades, ocupando, em média, 20% do espaço territorial das cidade (VASCONCELOS, 2011).

Observando os grandes centros e as relações de uso entre cidadãos e veículos particulares, atualmente, 74% dos carros em circulação no mundo são ocupados por apenas uma pessoa. Além disso, um carro médio fica ocioso cerca de 22 horas por dia, evidenciando a relevância das iniciativas pelo uso compartilhado (THACKARA, 2008).

Segundo Quintella (2014, Plurare), a frota total registrada no Brasil é de aproximadamente 83 milhões de veículos. De 2011 a 2014 houve um aumento de 25,8% da frota nacional, equivalente a um crescimento médio de 7,95% ao ano, acima do crescimento do PIB nacional. Mantendo-se essa taxa de crescimento até 2020, a frota nacional aumentará quase 60%, alcançando 131 milhões de veículos.

As consequências dessa progressão são o aumento da poluição, dos congestionamentos e de acidentes, além de problemas cada vez maiores no trânsito, como a degradação da qualidade de vida nas cidades, consumo excessivo de energia, a cessão de áreas urbanas cada vez maiores para a circulação e a ocupação de espaços para estacionamento de carros (LARICA, 2003).

Fica perceptível a necessidade da indústria automotiva de se adaptar às questões físicas e ambientais, pois sua sobrevivência competitiva pode estar ameaçada pelas exigências de um novo paradigma social instalado de forma definitiva em nível mundial (MEDINA, 2010).

Observa-se no desempenho dos carros que um dos grandes problemas é a falta de local para deixá-lo, uma vez que se encontram mais de 50% do tempo parado. Diante disso, as grandes cidades necessitam de carros compactos. A tendência é que o transporte individual e compartilhado cresça nas grandes cidades. A redução do espaço utilizado pelos automóveis e o não desperdício com estacionamentos deixaria as vias liberadas para o fluxo, melhorando, assim, a qualidade de vida (LEITE, 2012).

A revista Plurare, (ARARIPE, 2014) informou que a Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos de São Paulo estima que as perdas

com acidentes de trânsito, poluição e engarrafamentos ultrapassam R$ 4 bilhões anualmente, já o Instituto de Estudos Avançados da USP calcula que as perdas da sociedade paulistana com tempo e combustível nos congestionamentos chegue em R$ 11 milhões diariamente. Anualmente, os custos com os congestionamentos chegam a R$ 3,3 bilhões, o tempo perdido no trânsito atinge 240.000 horas em média e são desperdiçados cerca de 200 milhões de litros de gasolina e álcool e 4 milhões de litros de diesel nos engarrafamentos da cidade de São Paulo.

Embora um dos tópicos mais apontados para a solução da mobilidade urbana seja a utilização do transporte público, não parece que o automóvel para uso individual irá ser substituído em um futuro próximo. Segundo o diretor de conceitos avançados de Veículos de Tecnologia da General Motors (GM), Borroni-Bird, "*nenhum outro meio de transporte oferece a mesma combinação, valorizando a segurança, conforto, conveniência, utilidade e escolha da rota e horário*" como o automóvel.

Consequentemente, a quantidade de proprietários de veículos cresce de acordo com a renda pessoal em âmbito nacional e com o PIB per capita, e diminui junto com a densidade populacional urbana. Nos países emergentes, a densidade populacional é alta, comparando-se às cidades européias e norte-americanas (MITCHELL, BORONNI-BIRD e BURNSB, 2010).

Os aspectos da sociedade brasileira estão se transformando, há algum tempo, devido ao cenário político do país. A maior oferta de emprego gerou mais renda e aumentou o poder de consumo. O brasileiro está moldando um novo cenário e influenciado diretamente em um novo comportamento social, como apresentado a seguir.

A partir deste cenário, e em função das necessidades ambientais e sociais também observadas, identificou-se a oportunidade de desenvolvimento de um veículo compacto, ágil e com motorização hibrida (alcool x elétrico). Porém, produzir apenas um veículo compacto não resolverá todos os problemas de mobilidade dos grandes centros. Contudo, será um elo nesta cadeia para otimizar a mobilidade urbana, abrindo oportunidades e novas perspectivas em tecnologias e serviços, por meio do desenvolvimento de veículos construídos de forma mais inteligente e sustentável.

3. ASPECTOS SOCIOCULTURAIS RELACIONADOS À MOBILIDADE

O modo como um sistema de mobilidade é usado depende de diferentes aspectos, como o interesse social, características da região, clima, projetos de engenharia, frequência de atendimento, competição entre sistemas existentes, conjunção de itinerários, polos atrativos, entre outros. Independentemente da classe social, todos sofrem os efeitos dessas influências, oriundas deste sistema de transporte desorganizado (LARICA, 2003).

As cidades brasileiras, nas últimas décadas, transformaram-se devido ao expansionismo econômico. A instalação e construção de grandes indústrias e centros comerciais atraiu muitas pessoas para esses locais, seja em virtude do trabalho ou do consumo. O aumento dos congestionamentos e os problemas relacionados ao transporte já não estão restritos às grandes cidades. A ascensão das pessoas na escala socioeconômica é sempre seguida de gastos com a mobilidade, chegando a ser nas capitais, 56% dos gastos das famílias referentes à aquisição, 26,9% com combustível e 11,2% com manutenção. Nas periferias metropolitanas, essas taxas são de 52,8%, 28,7% e de 13,2%, respectivamente (IPEA, 2012). Na Figura 1, verifica-se o custo médio diário relativo à mobilidade no Brasil, conforme o meio de transporte utilizado e os quilômetros percorridos. Os resultados de uma pequisa sobre mobilidade urbana realizada pela revista Expertise (EXPERTISE, 2014) revelam que os entrevistados consideraram o transporte público de suas cidades ruim ou péssimo e apontam como outro aspecto relevante, a violência: 26% dos entrevistados declararam já ter participado de uma discussão no trânsito; 43% sofreram algum tipo de agressão verbal; 18% sofreram tentativa uma de assalto no trânsito e, por medo da violência, alteram frequentemente o caminho.

Figura 1: Gráfico do custo médio diário relativo à mobilidade no Brasil

Fonte: Expertise (2014).

A pesquisa aponta ainda que, independentemente do meio de transporte que utilizam, 56% gastam mais de uma hora em média por dia se deslocando em sua cidade. Entre os que usam ônibus e metrô, o tempo médio gasto é ainda maior e muitas vezes chega a até 3 horas por dia. Além disso, 1/3 dos brasileiros já mudou ou pensa em mudar de endereço por conta da distância da casa para o trabalho e 40% já recusaram ou desistiram de um emprego devido à distância ou dificuldade de locomoção. Mais da metade (66%) acham que o deslocamento em sua cidade piorou nos últimos 12 meses e 41% afirmam que está muito pior.

A expectativa para o futuro não é otimista, 49% dos entrevistados acreditam que este cenário tende a piorar nos próximos anos. Apenas vinte e três por cento acreditam que a situação pode melhorar.

Sobre possíveis soluções para melhorar o trânsito, 92% são a favor de faixas exclusivas para ônibus e também concordam com a instalação de ciclovias. 60% dos brasileiros são a favor do rodízio de carros, mesmo entre os que utilizam os automóveis.Quase metade (45%) é a favor da diminuição das vagas para estacionamento em regiões mais movimentadas da cidade. Não resta dúvidas de que a mobilidade urbana é um grande desafio para o país. As perdas geradas pela precariedade da mobilidade urbana atingem vários setores, como segurança, oportunidades e geração de empregos, e influenciam até no planejamento familiar, como mostra a Figura 2, referente à pesquisa realizada sobre mobilidade urbana no Brasil.

Figura 2: Mobilidade urbana no Brasil

Fonte: Expertise (2014).

Observa-se uma crescente maturidade da sociedade e de suas necessidades em relação às questões referentes à mobilidade urbana e seus intervenientes. A qualidade da mobilidade urbana está diretamente relacionada à qualidade de vida da população urbana e ao desenvolvimento econômico e social das cidades. Com o acesso à informação e à tecnologia, os consumidores estão mais exigentes e a indústria e os mercados devem ouvir suas expectativas.

3.1.TENDÊNCIAS E CENÁRIO DO SETOR AUTOMOTIVO PARA 2020

Alguns estudos apontam que o Brasil deve exportar mais de um milhão de carros nos próximos três e cinco anos. Os países emergentes do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) deverão ser os propulsores do mercado automotivo nos próximos dez anos, quando se espera o maior crescimento deste segmento até 2025. Além disso, sete em cada dez montadoras esperam que o aumento das vendas dos próximos cinco anos venha desses países (KPMG, 2014).

Em pesquisa realizada pela KPMG (2014), para 92% dos pesquisados, a prioridade dos atuais compradores é um automóvel duradouro e que consuma pouco combustível. Para 79% dos consumidores, as inovações em segurança tam-

bém continuam sendo um fator relevante. As preferências por tecnologias alternativas de combustível foram classificadas com menor importância, porém, ter um veículo que possua os recursos tecnológicos mais recentes é outra consideração importante feita pelos compradores. Entretanto, a maioria dos investimentos das montadoras continuará a ser na redução do tamanho do motor de combustão interna, podendo atrasar os avanços em relação aos veículos elétricos (KPMG, 2014).

Em relação à mobilidade urbana, constatou-se que diante do crescimento da população mundial, os padrões de uso e de propriedade de veículos estão mudando e soluções de mobilidade, como o compartilhamento de automóveis, estão se tornando cada vez mais populares. É essa mudança no comportamento dos consumidores sobre a posse/uso de carros nas cidades que induz para a busca por novas soluções de mobilidade. Mais da metade dos entrevistados acredita que a mobilidade sob demanda responderá por 6% a 15% da participação no mercado em relação à propriedade individual de veículos até 2025.

Para as montadoras tradicionais, a mobilidade como serviço continua sendo uma questão não esclarecida e acreditam que o papel principal nos novos serviços de mobilidade não ficará a cargo das próprias montadoras (KPMG, 2014).

O aumento nas restrições à condução de veículos para gerenciar o tráfego e proteger ciclistas e pedestres nas áreas urbanas congestionadas terá um grande impacto no design de veículos. Preve-se uma maior demanda de veículos *plug* [1]*, em comparação a qual*quer outro veículo elétrico. Os países do BRIC estão mais focados nas diversas formas de mobilidade elétrica, como os veículos híbridos plug-in e os veículos 100% elétricos movidos à bateria (KPMG, 2014).

Muitas inovações que afetam os transportes estão voltadas para dar aos indivíduos novas escolhas para a locomoção. Mitchell, Borroni-Bird e Burns (2010) pressupõem que em poucos anos, talvez se tenha um veículo maior para utilização em trajetos maiores e um veículo de pequeno porte, particular ou compartilhado para a condução em trajetos curtos dentro da cidade.

Os serviços *ridesharing*, serviços de mapeamento, aplicativos de auxílio ao usi de ônibus, sensores de estacionamento, estão tornando as decisões de se locomover muito mais simples e eficientes. Isso não significa, necessariamente, que a utilização destas tecnologias torne as viagens mais agradáveis ou convenientes.

Novos conceitos, como os veículos elétricos, os carros autônomos e a conectividade veículo-a-veículo ecemplificam isso. Um grande número de veículos estará conectado de alguma forma até 2020; seja por redes sem fio, ferramentas de diagnóstico ou outros meios. Um em cada cinco veículos estará conectado à internet e a tecnologia autônoma em veículos (em que você não precisa dirigir) será adotada em etapas (ECYCLE, 2014).

A tecnologia de segurança semi-autônoma tem como característica impedir que acidentalmente o veículo se dirija para fora de uma estrada. O projeto *Self Driving Car* (Figura 3), desenvolvido em parceria com a Google. Este modelo foi apresentado em maio de 2014, funciona sem a necessidade de volante e pedais, totalmente orientado por um sistema de navegação por sensores. (GEEKMUNDO, 2014).

1. Veículo elétrico híbrido tipo série ou paralelo, com maior capacidade de bateria(s) a bordo que pode(m) ser recarregada(s) a partir da rede elétrica, preferencialmente à noite. O objetivo desta configuração é reduzir o consumo de combustível e as emissões de poluentes atmosféricos, rodando parte do trajeto diário (entre 25 e 60 ou 100 km) no modo exclusivo elétrico (com o motor de combustão interna desligado). Neste modo exclusivo elétrico, as emissões são nulas. Quando o limite de carga mínimo da(s) bateria(s) é atingido, o m.c.i. é ligado e o veículo passa a funcionar como um veículo elétrico híbrido tipo série ou paralelo. A frenagem, acionada quando o freio é pressionado para reduzir a velocidade, transforma a energia cinética do veículo em energia elétrica, que é armazenada na bateria. (ABVE, 2014, web).

Figura 3: Carro autônomo da Google, Projeto *Self drivingcar*

Fonte: Autores

Há uma estimativa de que em torno de 20% a 25% de todos os veículos fabricados em 2020 serão híbridos. Porém, o motor de combustão interna ainda será maioria, presente em mais de 90% dos veículos (incluindo os híbridos). Os veículos totalmente elétricos, provavelmente, corresponderão a aproximadamente 5% do total de veículos fabricados. A principal vantagem destes veículos é que eles tem baixos níveis de emissões de dióxido de carbono.

Nos dias atuais, os mercados europeu e americano representam 50% de todas as vendas de veículos. De acordo com os estudos, esse número irá cair para 40% até 2020. Outro dado importante é que os veículos pequenos continuam a crescer em popularidade. Mais de 60% desses veículos são vendidos em mercados emergentes e, mais especificamente, nas áreas urbanas. Estudos como este mostram que as pessoas estão procurando alternativas sustentáveis de consumo, estimulando a economia verde (ECYCLE, 2014).

O desenvolvimento dos veículos híbridos é benéfico para o desenvolvimento tecnológico, inclusive no processo de implementação de estruturas, além de promover novas oportunidades de negócios. Neste cenário, são apontados como uma alternativa os micro carros, com enfoque na melhoria da mobilidade urbana melhor e tecnologias mais limpas e eficazes. Conforme Mitchell, Borroni-Bird e Burns (2010), esta nova possibilidade se mostra atraente para a indústria automobilística, apontando para um segmento oportuno, além de gerar uma melhoria à sustentabilidade urbana e à segurança energética.

3.2.MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento deste projeto, optou-se pelo uso de métodos que auxiliassem no processo criativo e especulativo, uma vez que trata-se de uma proposta conceitual. Além da fundamentação teórica apresentada sobre a temática abordada e do levantamento de dados sobre astendências para definição de cenários e definição do público alvo, foram utilizados os seguintes procedimentos

3.4.DEFINIÇÃO DE PÚBLICO ALVO

Para pensar no consumidor de 2020 é importante observar três fatores importantes: (1) a Classe C emergente, que atualmente tem poder de compra e está consumindo produtos de qualidade tem deixado o fator preço em segundo plano, fazendo com que as empresas repensem seus produtos para não perder espaço no mercado; (2) o aumento no número de idosos em decorrência do envelhecimento populacional ainda é um mercado não explorado; (3) a tecnologia, que devido à sua velocidade, proporciona muito mais oportunidades.

Quadro 1: Projeção etária das gerações em 2020

	Nascimento	**Idade máxina (2020)**	**Idade mínima (2020)**
GERAÇÃO X	**Entre: 1960 á 1983**	**60**	**37**
GERAÇÃO Y	**Entre: 1977 á 1990**	**43**	**30**
GERAÇÃO Z	**Entre: 1991 á 2010**	**29**	**10**

Fonte: Autores

Foi elaborado pela equipe de projeto do LI um briefing que considera como público alvo pessoas com idade entre 20 e 40 anos, destacando-se os *millennials* (ou geração Y) devido à atenção que estão recebendo por parte das montadoras. Quarenta e seis por cento dos condutores, com idade entre 18 e 24 anos, disseram que preferem escolher acesso à Internet a ter posse de um carro. Conforme quadro 1 abaixo, percebe-se que a geração Y (*millennials*), será o grupo mais presente entre os potenciais consumidores, em 2020, de modo em geral.

Segundo De Masi (2013), o mundo será polarizado em 2020, a caminho de uma evolução social ainda não estabelecida. O perfil de trabalho será composto por 30% de pessoas criativas e 40% de funcionários executivos. O restante, denominados de Neets ou Nem-nem ("não estudam e não trabalham") terão direito ao consumo. Ao observar tanto os campos da economia como do trabalho, a desigualdade ainda definirá o perfil do mundo do amanhã. A estética será um dos maiores fatores competitivos. A longevidade será uma característica da sociedade, que talvez resulte no surgimento de novas profissões, como consultor de aposentadorias. Em 2020, as mulheres serão 60% dos estudantes universitários e dos pós-graduados e viverão mais do que os homens. Muitas mulheres se casarão com homens mais jovens ou terão filhos de modo independente. Com isso, elas estarão no centro do sistema social e alguns valores "femininos", como a estética, subjetividade, emotividade, flexibilidade, serão dominados também pelos homens. A androgenia irá prevalecer no estilo de vida. A produção e transmissão do conhecimento será por meio de "muitos para muitos" através da internet, como por exemplo, tutoriais no Youtube (DE MASI 2013).

A partir destas informações, o público foi segmentado da seguinte forma:

a) Segmentação geográfica: para facilitar o estudo, foi inicialmente definida a viabilização do veículo para atender às demandas das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Entretanto, vale ressaltar que as demais regiões do país também seriam atendidas, uma vez que tendem a ampliar suas estruturas e consequentemente sua frota no trânsito. Considerando a atual falta de planejamento urbano, a baixa qualidade e o alto custo do transporte público, fica pontuada a aplicação também para regiões como o nordeste, que está em acelerado desenvolvimento.b) Segmentação demográfica: pertencentes à classe C, de todas as religiões, profissões, solteiros e casados. Pessoas ecléticas, de ambos os gêneros, com faixa etária entre 20 e 40 anos, destacando-se a geração Y, de várias áreas profissionais, com grande necessidade de locomoção, principalmente para seus compromissos profissionais, não participantes integralmente de grupos sociais, mas transitando por eles.

c) Segmentação psicográfica: muitas escolhas deste segmento ocorrerão em função de empatia, economia e autonomia, que pode ser interpretada como liberdade. A escolha pela individualidade será predominante, como morar sozinho, destacando-se a independência feminina, principalmente na concepção dos filhos e com uma intensa vida social. A consciência ecológica estará presente, sendo um fator determinante em muitas de suas escolhas. Viajar será uma atividade de grande necessidade e valor para este grupo, que é curioso e busca novas aventuras e descobertas. O trabalho só tem sentido se for algo que lhes proporcione satisfação (DE MASI, 2013).

d) Segmentação comportamental: grupo com grande diversidade cultural, querem se locomover sem perder tempo, tentando seguir a velocidade das informações das redes sociais e internet. Darão preferência a veículos movidos à energias renováveis.

Para melhor garantir os requisitos e prioridades do projeto e atender e compreender os usuários em um cenário futuro, foram definidas personas a partir da segmentação.

A criação de perfis obtidos pelas informações simula o comportamento e hábitos do cotidiano das pessoas. Para simular os consumidores, foram criados três perfis de consumidores. Os perfis mostram três personas da classe C emergente, que transitam por diferentes setores, mas que dependem de transporte para suas atividades.

4. ANÁLISE DE SOLUÇÕES SIMILARES

A problemática da mobilidade urbana não é recente e, com isso, diversas propostas conceituais vem sendo trabalhadas. Para um futuro próximo, identifica-se a necessidade de soluções para o aumento do número de veículos nas ruas, e também para poluição gerada pelos mesmos. Assim, muitos conceitos propostos apresentam veículos supercompactos, focados para o uso urbano, para um ou dois passageiros e com uso de fonte de energia renovável.

Observando-se algumas propostas já desenvolvidas, verifica-se que a configuração desses veículos varia de triciclos a quatro rodas, sendo aplicado design de superfície com muitas referências futurísticas. Hoje, a tecnologia é uma grande aliada destes desenvolvimentos, tanto em relação ao design, como também na questão dos sistemas de propulsão. O enfoque dado a sistemas não poluentes com a utilização de combustíveis limpos e renováveis. Observa-se, também, o surgimento de muitas montadoras pequenas e empresas independentes, cujo foco de desenvolvimento se concentra nesse tipo de veículo.

Dentro desses modelos existem os veículos compactos, subcompactos e micro, também conhecidos por super compactos. Os veículos dessa categoria e seus subconjuntos são apontados como o futuro da indústria e foram desenvolvidos para facilitar os deslocamentos em pequenos espaços, onde vagas para estacionamento são escassas e os espaços cada vez mais reduzidos.

São diversas as formas utilizadas para classificar um carro, inclusive, muitos dos veículos então se encaixam em mais de uma classificação e outros em nenhuma. Sendo assim, neste projeto foi utilizada a medida de comprimento do veículo para classificação:

- Até 3m – Micro ou Supercompacto;
- De 3 a 3,5m – Subcompacto ou Supermini;
- De 3,5 a 4m – Compacto ou Pequeno.

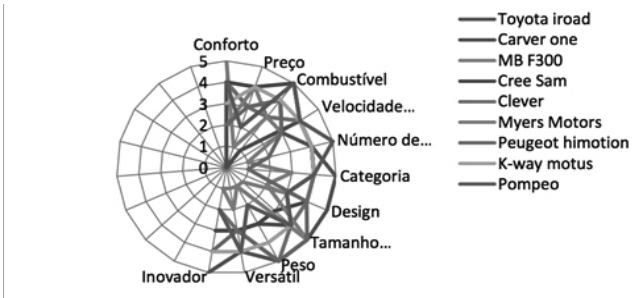
Considerando todos os aspectos citados, buscou-se realizar uma avaliação de produtos similares: triciclos, compactos, voltados para o uso de duas pessoas, etc., a fim de se identificar qualidades relevantes para possível implementação, bem como itens que se deve evitar para atingir um resultado equilibrado e eficiente.

Para o projeto foram identificados nove modelos, de diferentes fabricantes (grandes ou independentes) e foram analisadas suas principais características técnicas, de design e requisitos ergonômicos. Os veículos analisados foram o Triciclo Elétrico da Cree Sam, Triciclo Carver One, Triciclo Clever (BMW), Toyota IRoad, Triciclo Hymotion3 Compressor (Peugeot), Triciclo Myers NMG, 3R-C (Honda), Pompeo, K-way (Giugiaro) e F300 (Mercedes Benz).

Constatou-se, então, que projetos desenvolvidos pelas montadoras são mais eficientes, devido à capacidade de sua mão de obra e poder de investimentos no desenvolvimento. Dentre os modelos fabricados pelas montadoras, observa-se que o conceito IRoad (Toyota) se destaca, pois está sendo planejado para o futuro, de forma holística e considerando o comportamento social nos anos que virão.

O gráfico a seguir (Figura 4) mostra os dados comparativos entre os similares que foram analisados, considerando as características que correspondam aos requisitos do projeto.

Figura 4: Gráfico de avaliação dos similares



Fonte: Autores

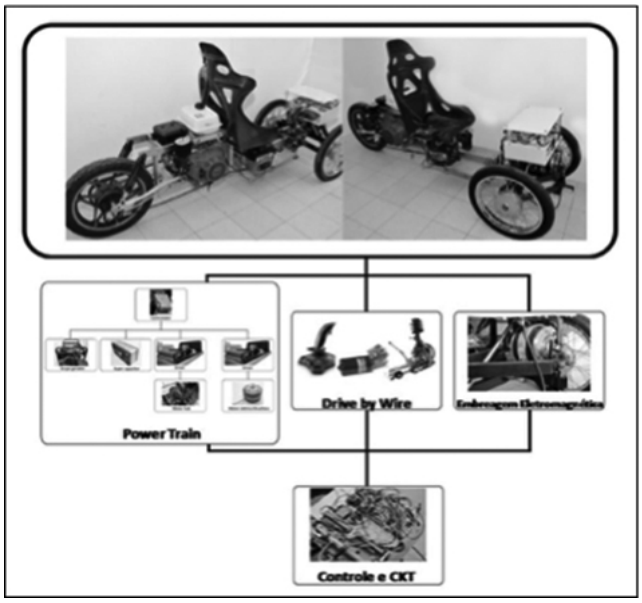
Por meio do gráfico, verificou-se as potencialidades e deficiências dos veículos similares. Ficou constatado que a alternativa que mais reúne qualidades e vantagens como solução é o modelo Toyota I-Road, apesar de ter configuração ergonômica diferente da proposta para este projeto.

4.1 ANÁLISE ESTRUTURAL E ERGONÔMICA

Foi realizada uma análise estrutural e ergonômica com o objetivo de identificar os componentes definidos inicialmente pela equipe de projeto e melhor dispor este conjunto para satisfação do usuário, considerando os requisitos de projeto, sendo necessário realizar uma análise sistêmica. É preciso conhecer o produto, bem como sua estrutura. Segundo Baxter (2011), a funcionalidade de um produto é a sua principal característica, ramificando-se para outras funções.

Considerando que o veículo a ser projetado não se encaixava em nenhuma categoria em vigência, ele ainda contou com características e equipamentos que se assemelham em funcionalidade. Vale ressaltar que, apesar dos membros da equipe estarem em localidades diferentes, as visitas ao LI (Laboratório de Inovação) eram constantes para acompanhamento do desenvolvimento estrutural e discussão do andamento do projeto. Na Figura 5 é possível identificar a estrutura proposta pela equipe para o protótipo do triciclo, aqui com somente assento para um ocupante.

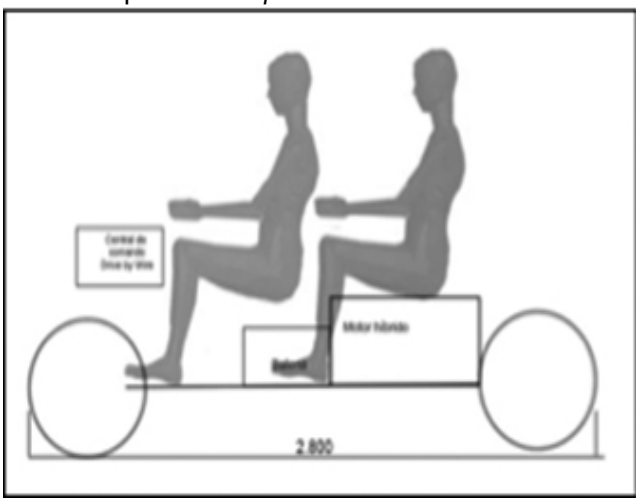
Figura 5: Análise estrutural triciclo (protótipo)



Fonte: Hyundai-ce (2014).

A partir da análise estrutural, foi possível dimensionar o package, com uma estrutura que serve de base para o desenvolvimento do shape, conforme requisitos de projeto. O package define o passo inicial da elaboração de um novo do veículo, pois meio dele são especificados os detalhes do projeto. No entanto, as definições específicas surgem após o dimensionamento da posição do condutor. O package consiste na definição e ajuste do tamanho ideal a ser aplicado no automóvel, identificando o melhor dimensionamento e posicionamento dos componentes e considerando os aspectos ergonômicos em relação ao futuro usuário do veículo.

Figura 6: Disposição em posição sentada dos ocupantes e do *powertrain* do veículo



Fonte:Autores

Com base nas pesquisas pré-estabelecidas, assim como na definição das características do *powertrain*, foi possível compreender o volume, tamanho, número de portas, número de passageiros, o público alvo e seus requisitos funcionais. A base estrutural foi configuranda como um triciclo, com duas rodas na frente e uma atrás, disposição para dois passageiros na posição sentada (um atrás do outro, semelhante a uma motocicleta, porém, em assentos individuais). Definiu-se a posição do *powertrain* na parte traseira (Figura 6), sob o assento do carona. Destinado a viagens e trajetos curtos dentro do perímetro urbano, a capacidade de carga será apenas para pequenos volumes. O sistema de direção proposto é acionado por um *joystick*, por meio do sistema *drive-by-wire*.

Considerando que o projeto propõe um veículo com características e configuração particular, com comandos e *powertrain*, as análises ergonômicas realizadas apontam para uma nova disposição dos ocupantes. Por meio das observações realizadas, constatou-se que a melhor posição era a utilizada em equipamentos agrícolas, pois confere conforto, bom posicionamento para aplicação de força nos comandos, considerando a possibilidade de eventuais riscos de lesões por esforços repetitivos (DORT). Além disso, a ergonomia aplicada à condução de veículos agrícolas favorece o dimensionamento e disposição dos controles, mantendo o conforto dos ocupantes. Contribui ainda para o projeto em relação à dimensão (comprimento), favorecendo os requisitos de projeto. Observa-se que a posição é eficiente em relação ao uso ao qual o veículo se destina.

Verificou-se que as cabines das máquinas motoniveladoras, possuem os comandos tipo *joystick* similares ao que será utilizado no veículo. Conforme se observa na Figura 7, para melhor conforto ergonômico é recomendável que o assento do condutor possua apoios de braços, para estabilizar a postura, gerando menor tensão no condutor e melhorar o equilíbrio evitando a contração estática da musculatura (IIDA, 2011). Viu-se a possibilidade de propor comandos conectados ao apoio de braço, oposto ao da direção.

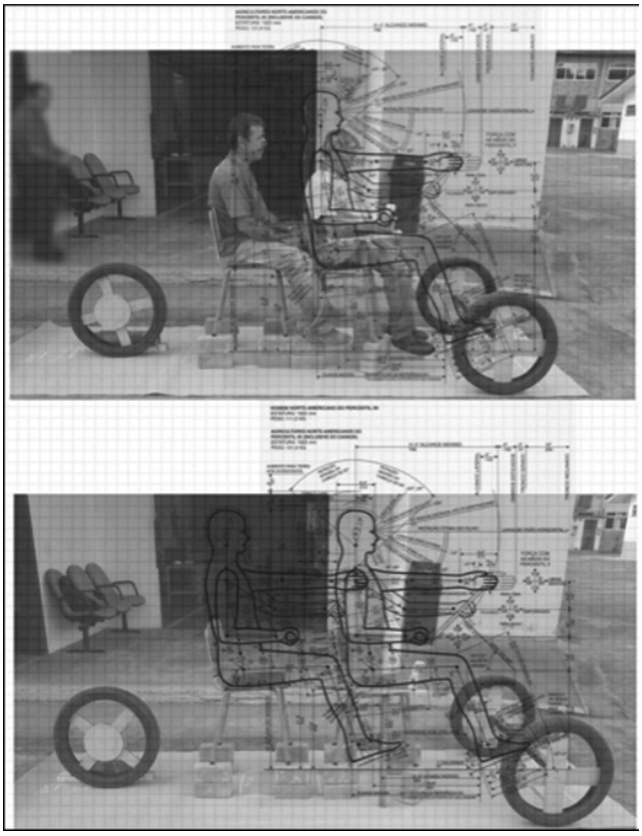
Por se tratar de um projeto conceitual, o fator ergonomia não foi desenvolvido detalhadamente, mas ficou observado que o posto de comando do veículo requer um estudo ergonômico em profundidade para validar muitos aspectos propostos.

Figura 7: Interior da cabine da motoniveladora Hyundai

Fonte desconhecida

Para avaliar as dimensões propostas no projeto, foi simulado um modelo volumétrico (Figura 8) para determinar a posição dos ocupantes e suas dimensões. Esse estudo necessário para orientar o desenho do shape.

Figura 8: Análise ergonômica e dimensional



Fonte: Autores

5. DESENVOLVIMENTO PROJETUAL

De posse de todos os elementos e informações identificados no levantamento de dados e na definição dos requisitos de projeto, foi elaborado o conceito para a proposta e geradas as alternativas, que resultaram na solução final, apresentados a seguir.

5.1 DEFINIÇÃO DE CONCEITO

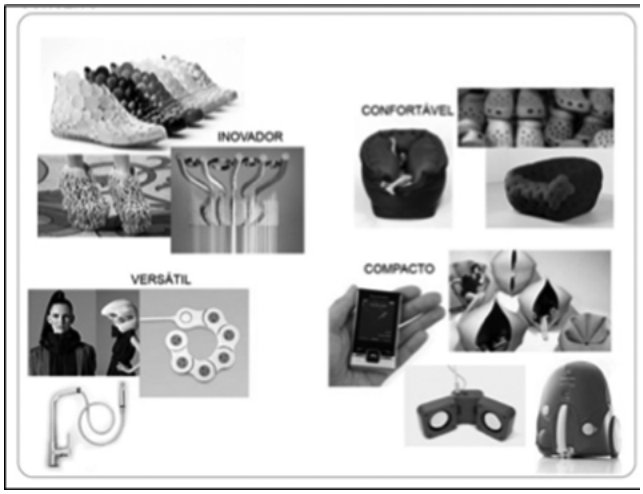
Para a definição do conceito foram identificados os valores relacionados à proposta, ou

seja, benefícios emocionais e funcionais como transportar, ser ecológico, conveniente, conforto, satisfação, economia, agilidade, praticidade e uso diário. As pesquisas conduziram para um conceito inovador esteticamente e capaz de produzir uma nova experiência na condução.

Para atingir os objetivos, deveria ser compacto para otimizar os espaços públicos e proporcionar fácil locomoção e condução utilizando poucos materiais com menor peso, propiciando uma maior autonomia.

As palavras-chave aplicadas ao conceito foram: inovador, confortável, versátil e compacto, conforme se observa no painel semântico apresentado na Figura 9.

Figura 9: Painel semântico de conceito



Fonte: Autores

5.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Para a geração de alternativas, foi realizado inicialmente um processo criativo em grupo com aplicação dos métodos 635 e *brainstorming*, que contribuíram para o surgimento de algumas propostas e direcionamentos. Foram desenvolvidas alternativas para o design de exterior, que define a linguagem do veículo, e posteriormente desenvolvido o interior seguindo a mesma linguagem.

Foram realizadas inicialmente alternativas livres e, a partir do direcionamento por um funil de decisão, o processo foi conduzido por duas linhas guias, determinadas pelas características do conceito, definidas como linha *Active* (compacto e versátil) e linha *Vision*, (confortável e inovador).

LINHA ACTIVE

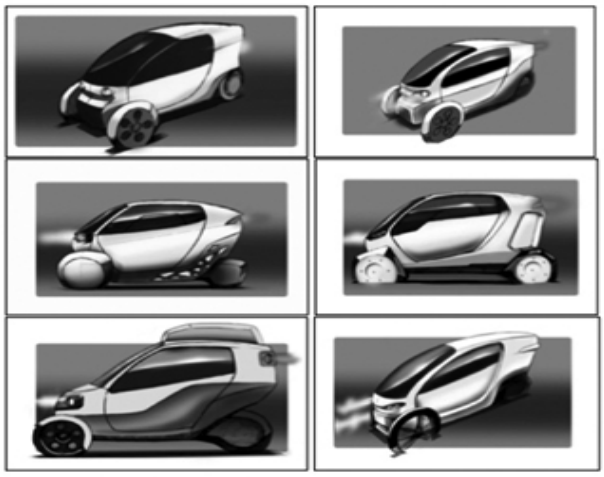
A linha *Active* ressalta as qualidades compacto e versátil por meio de formas simples, básicas, expressões minimalistas, amigáveis, formas arredondadas e construção simples, podendo ser modular. Conforme a Figura 10, propõem-se uma abordagem mais funcional, explorando características básicas e formas compactas.

Figura 10: Painel semântico - linha Active

Fonte: Autores

Foram geradas seis alternativas para esta linha, conforme destacado na Figura 11

Figura 11: propostas para linha Active



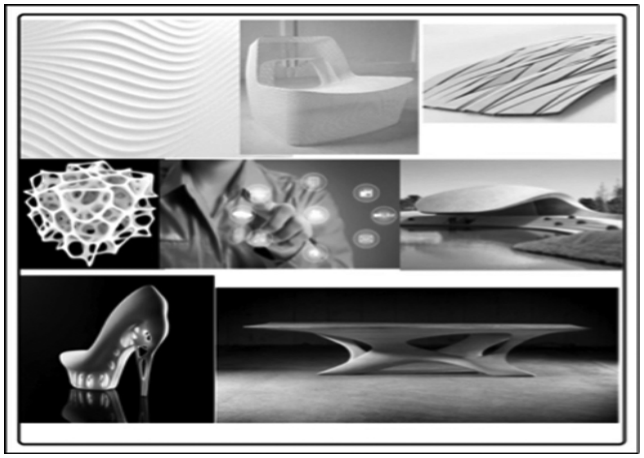
Fonte: Autores

As propostas desenvolvidas procuraram primar pela versatilidade, agilidade, desenho dinâmico e leve, formas mais arredondadas, amigável, e pela facilidade fabril.

LINHA VISION

A linha *Vision* segue formas que refletem o conceito confortável e inovador. Por meio das formas fluídas e orgânicas, aplicadas em características como naturalidade e tecnologia propõe uma nova sensação experiencial ao condutor. O painel semântico (Figura 12), representa essas características da linha *Vision*.

Figura 12: Painel semântico - linha Vision



Fonte: Autores

As propostas geradas para a linha Vision são apresentadas na Figura 13.

Figura 13: propostas para linha Active

Fonte: Autores

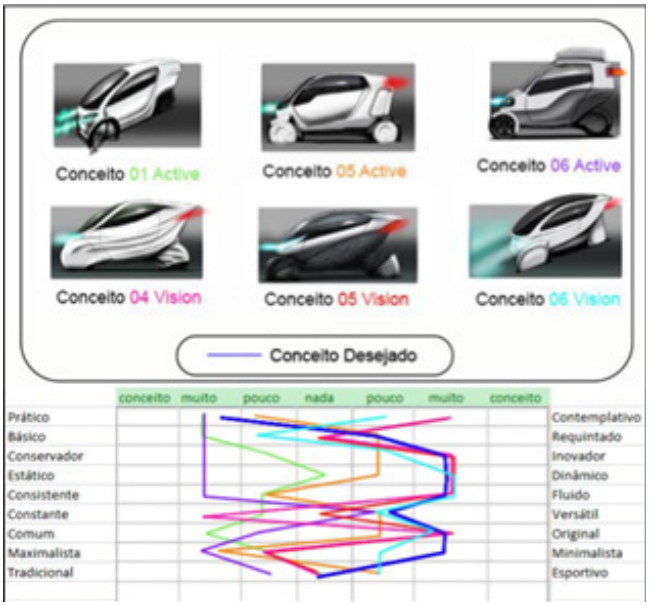
Observa-se que estas alternativas são mais arrojadas e ousadas, visando trabalhar diferenciais de inovação formal.

5.3 SELEÇÃO FINAL

A partir das alternativas elaboradas para cada linha, fez-se a avaliação das mesmas por meio de matriz de decisão com base em alguns requisitos. Os aspectos que validam os conceitos de cada linha foram pontuados.

Através da matriz de decisão foram identificadas três alternativas para cada linha. Com a seleção deste grupo de soluções foi elaborada uma matriz de diferencial semântico (Figura 14), avaliada pelos demais integrantes do grupo, envolvidos no projeto.

Figura 14: Matriz de diferencial semântico



Fonte: Autores

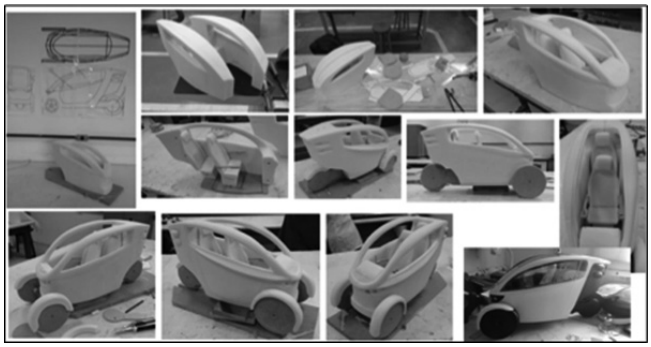
O melhor avaliado foi o Conceito 6 da linha Vision, por estar mais próxima ao desejado e representar para o grupo a melhor solução. No desenvolvimento da proposta final, foi possível incorporar outras características para seu aperfeiçoamento.

Após esta avaliação seguiram-se os desenvolvimentos internos. Através dos mesmos métodos, foram criadas propostas de solu-

ções para o painel de instrumentos e comando de controle (*joystick*), bancos e painéis de portas, de modo a ter uma solução interna alinhada ao exterior.

Após as definições internas, com intuito de melhor a visualizar a proposta definitiva, foi desenvolvido um modelo em escala reduzida. Este auxiliou na materialização da ideia, na compreensão dos resultados e verificação de melhorias. O detalhamento do processo de construção do modelo poder ser conferido na Figura 15, a seguir.

Figura 15: Processo de confecção do modelo



Fonte: Autores.

5.4 SOLUÇÃO FINAL

A seguir é apresentado o resultado final da proposta de veículo (Figura 16). A solução comporta até dois passageiros, atende aos requisitos pré-definidos, pode ser usado para lazer, ao adicionar acessórios como *rack* de teto removível e balueto de carga.

Figura 16: Alternativa final

Fonte: Autores.

A Figura 17 apresenta o funcionamento do compartimento de carga. Para ampliar a capacidade de carga é possível acoplar mais um box de carga ao compartimento já existente, o acesso se dá por uma porta na parte traseira.

Figura 17: Proposta final com utilização de box de carga removível.

Fonte: Autores.

Os componentes essenciais do veículo são o conjunto de *powertrain* e o sistema de gerenciamento eletrônico. Na Figura 18 verifica-se a disposição destes componentes e sua interferência em relação à sua estética. Em se tratando de um veículo conceitual, foram dispostos de modo genérico as partes que compõem o veículo.

Foi proposta uma estrutura tubular, devido à sua fácil conformação e eficiência na aplicação. A solução final também propõem componentes eficientes e funcionais, dispensando acessórios desnecessários que aumentem o tempo e custo de produção.

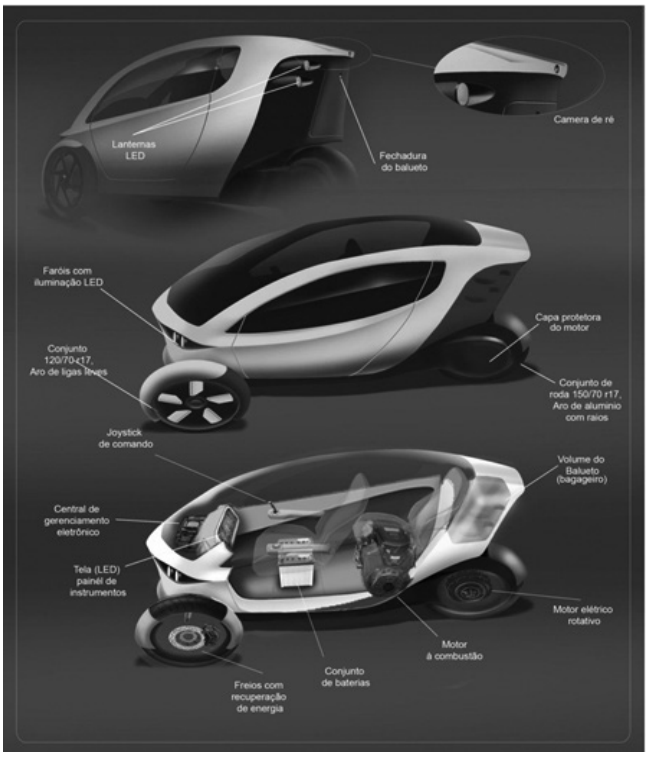
A alternativa foi concebida buscando o equilíbrio entre os requisitos de projeto e as possibilidades disponíveis e possíveis.

O uso do veículo é essencialmente urbano, destinado aos grandes centros, ofertado a todos os que necessitam da mobilidade diária, promovendo agilidade do trânsito, otimização dos espaços púbicos, menor perda econômica e com eficiência ecológica. Na Figura 19, é apre-

sentado um exemplo comparativo entre o veículo proposto e outros automóveis, dando destaque ao espaço ocupado pelos modelos.

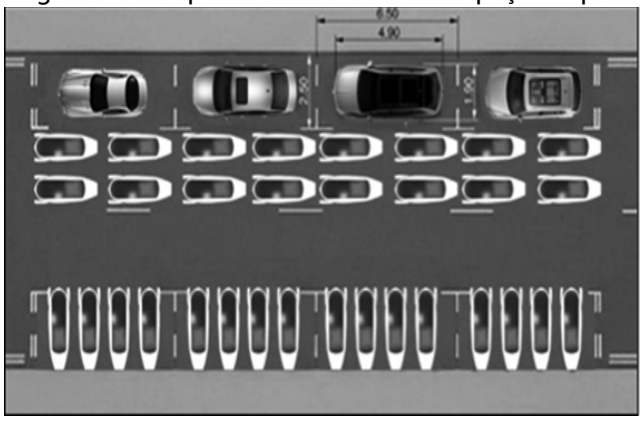
O uso do veículo é essencialmente urbano, destinado aos grandes centros, ofertado a todos os que necessitam da mobilidade diária, promovendo agilidade do trânsito, otimização dos espaços púbicos, menor perda econômica e com eficiência ecológica. Na Figura 19, é apresentado um exemplo comparativo entre o veículo proposto e outros automóveis, dando destaque ao espaço ocupado pelos modelos.

Figura 18: Disposição de componentes


Camera de ré
Lanternas LED
Fechadura do balueto
Faróis com iluminação LED
Capa protetora do motor
Conjunto 120/70-r17, Aro de ligas leves
Conjunto de roda 150/70 r17, Aro de aluminio com raios
Joystick de comando
Volume do Balueto (bagageiro)
Central de gerenciamento eletrônico
Tela (LED) painél de instrumentos
Motor elétrico rotativo
Motor à combustão
Conjunto de baterias
Freios com recuperação de energia

Fonte: Autores.

Figura 19: Comparativo entre carros e espaço ocupado



Fonte: Autores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram apresentadas partes do processo de desenvolvimento de uma proposta conceitual para um veículo compacto urbano para o ano de 2020, realizado em um trabalho de conclusão de curso. Observa-se que a proposta atingiu seu objetivo ao oferecer uma solução com autonomia, independência, conforto e estilo com o objetivo de melhorar a qualidade de vida a seus usuários.

Sua realização possibilitou a aquisição de novos conhecimentos, entendendo a complexidade dos fatores e itens que envolvem um projeto desta natureza. Além disso, mostrou a importância de projetos interdisciplinares e do trabalho em rede entre instituições.

Os requisitos propostos tiveram soluções adequadas, porém, ainda podem ser realizados desdobramentos e melhorias. Um estudo aprofundado na ergonômia que explore uma nova forma de interação homem x máquina. A questão ergonômica está diretamente ligada ao bem estar na condução e deve ser tratada em profundidade, principalmente no conjunto do assento do motorista e sistema de direção. Para realização deste estudo é necessária a produção de protótipos e a realização de mais testes e análises.

Devido à complexidade do desenvolvimento de um automóvel, que envolve equipes multidisciplinares, com profissionais e técnicos capacitados, percebeu-se que a fundamentação inicial do grupo de pesquisas do Laboratório de Inovação, está baseado na engenharia tecnológica empregada na nova forma de condução, por meio do *joystick*. Entretanto, considera-se que para o projeto evoluir de forma constante e linear, é necessário pensar o projeto como um todo, analisando inicialmente e principalmente o usuário. Para tanto, será necessário, além de designers, a participação de profissionais de áreas como TI - Tecnologia da Informação, para o desenvolvimento de interfaces e dispositivos. Conforme as pesquisas de tendências, haverá a internet das coisas, quando, de algum modo, tudo estará conectado, inclusive o condutor.

Observou-se que o grupo de projeto tam-

bém pode direcionar suas pesquisas a estudos no desenvolvimento de um sistema de condução autônoma, uma forte tendência a partir de 2020 no setor automotivo, que já está sendo desenvolvida por grandes montadoras.

As soluções propostas neste trabalho resultaram em vantagens, praticidade e agilidade em relação aos carros atuais, uma inovadora experiência na condução. O veículo ainda não se enquadra em nenhuma categoria de homologação, contudo propõe a agilidade de uma motocicleta e a comodidade de um automóvel, facilitando o cotidiano do usuário que necessita de transporte nos grandes centros.

Há oportunidades no uso do veículo em sistema carshare, uma forma de uso racional e que agradaria os usuários no futuro ao reduzir o custo.

A parceria entre a Univille e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), através do LECid – Laboratório de Estudos em Design-Cidade e do LI - Laboratório de Inovação, pode prosseguir na evolução deste projeto e vislumbrar a colaboração entre as instituições em outros. Deste modo outros acadêmicos podem via a participar no desenvolvimento de projetos que beneficiem toda sociedade.

Espera-se, portanto, que os estudos deste projeto possam ser continuados, concluídos e possam ser produzidos. Espera-se, ainda, que o mesmo ajude e estimule o grupo de pesquisas LI na implementação do conceito.

7. REFERÊNCIAS

ARARIPE, Sonia. O alto custo dos engarrafamentos nas grandes cidades. In: Revista Plurare, ed. 42, 2014, p. 8-10. Disponível em: <http://www.plurale.com.br/site/revista-digital.php?cod=602&q=Plurale+em+revista&bsc=ativar>. Acesso em: 15 jul. 2007.

ABVE Associação Brasileira do Veículo Elétrico. Disponível em: <abve.org.br/PF/ExibePF.asp?codigo=0008>Acesso em: 10 mai. 2014.

BAXTER, Mike. Projeto de Produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2011.

DE MASI, Domenico. Dez Tendências. Disponível em: <www.revistaeventos.com.br/downloads.php?id_anexo=11>. Acesso em: 22 mai. 2014.

ECYCLE. Estudo indica como será indústria automobilística em 2020. 2014. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/38-no-mundo/2032-estudo-indica-como-sera-a-industria-automobilistica-em-2020.html>. Acesso em: 22 mai. 2014.

EXPERTISE. Pesquisa Mobilidade Urbana. 2014. Disponível em: <http://site.expertise.net.br/expertise- yourself/> Acesso em: 15 jul. 2014.

GEEK MUNDO. Google Car sem motorista é testado. Disponível em: <http://geekmundo.com.br/tech/google-car-sem-motorista-e-testado/>. Acesso em: 30 mai. 2014.

HYUNDAI CONSTRUCTION EQUIPMENT. R210LC-9: 21 Tonne Excavators. Disponível em: http://www.hyundai-ce.com.au/products/excavators/r210lc-9/, Acesso em: 20 set. 2014. IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KPMG . Global Automotive Executive Survey 2014. Disponível em: <GlobalAutomotivesurvey14A4WebAccessibleFile.pdf> Acesso em:30 abr. 2014.

KPMG.O ESTADO FUTURO 2030: As megatendências globais que moldam os governos. Disponível em: <http://www.kpmg.com/BR/PT/Estudos_Analises/artigosepublicacoes/Documents/Fut ure_State_port.pdf> Acesso em: 06 mai. 2014.

LARICA, Neville Jordan. Design de transportes: Arte em Função da Mobilidade. São Paulo: 2AB, 2003.

LEITE, Carlos. Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MEDINA, Heloísa. Eco-Design Design na Indústria Automobilística: o conceito de carro urbano. Disponível em <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2003-059- 00.pdf.> Acesso em: 02 mai. 2014.

MITCHELL, William et al. A reinvenção do automóvel: Mobilidade urbana para o século XXI. tradução de Eric R. R. Heneault: São Paulo: Alaúde Editorial, 2010.

MUSACCHIO, Claudio. Millenials: A geração que está mudando o Mundo. 2012. Disponível em: <http://www.baguete.com.br/colunistas/colunas/824/claudio-de-musacchio/24/06/2012/millennials-a-geracao-que-esta-mudando-o--mund> Acesso em: 02 jun. 2014.

Ponto Eletrônico. Bicicletário. 2012. Disponível em: <http://pontoeletronico.me/2012/03/06/bicicletario/>Acesso em: 11 abr. 2014.

QUINTELLA, Marcus. A frota nacional de veículos e a mobilidade urbana <http://www.plurale.com.br/site/noticiasdetalhes.php?cod=13422&-codSecao=2> Acesso em: 12 abr. 2014.

THACKARA, J. Plano B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo. São Paulo: Saraiva: Versar, 2008.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. Mobilidade Urbana e Cidadania. São Paulo: Senac, 2012.

WBCSD. Mobility 2001: uma visão global, 2001. Disponível em: <http://www.wbcsd.org/web/projects/mobility/portuguese_overview.pdf>. Acesso em: 12 de mai. 2014.

MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE SOM EM APARELHOS REPRODUTORES DE MP3 E AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE PERDA AUDITIVA EM SEUS USUÁRIOS

Sandra Kimie Miyazaki, MSc. (UNESP); João Candido Fernandes, Dr. (UNESP)

PALAVRAS CHAVE
Ruído, Música, aparelhos portáteis, perda de audição.
KEYWORDS
Noise, Music, portable, Hearing Loss.

RESUMO:

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o nível de intensidade de som a que estão submetidos os usuários de aparelhos reprodutores de MP3 (incluindo celulares) e verificar os riscos de perda auditiva. A metodologia consistiu em avaliar os níveis sonoros de 25 aparelhos (e seus respectivos fones de ouvido), reproduzindo três tipos de músicas, instalados em uma cabeça artificial padronizada (ANSI S3.19-1974 e ANSI S12.6/1997) e a um medidor de nível de pressão sonora. Os resultados foram comparados com os limites de exposição fixados pela Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho e apresentaram níveis acima de 88 dB para o volume do aparelho em 50%; para o volume em 75%, a média da intensidade foi de 97 dB e, para 100% do volume, os níveis médios chegaram a 109 dB. Alguns aparelhos atingiram níveis de 121 dB. A análise dos dados indicou que a maioria dos aparelhos oferece um grande risco de perda auditiva (para poucas horas diárias de exposição ao som), independentemente do ritmo da música, do tipo de aparelho, mesmo para um volume de 50%.

ABSTRACT:

Recently, a general concern has emerged with the occurrence of hearing loss caused by the handsets, which are used as pleasure, portable MP3 accessories has become almost indispensable in day-to-day. Currently, it is virtually impossible to get on buses, subway, in a classroom or work environment without encountering someone plugged in a headset. However, this habit is becoming widespread – especially among young people and teenagers – can cause hearing problems. Everything depends on the volume and time that you use the headset. Thus, the objective was to assess the level of intensity of sound that are submitted to users of these devices to see if there is a risk of hearing loss. We measured the sound level in an artificial head 25 using handheld devices. The results were compared with the exposure limits set by Decree 3.214/78 of the Ministry of Labour. The sound levels charged an average of <68 dB (A), with peaks that reached 120.7dB (A). The data indicated that most devices have a high risk of hearing loss, regardless of the music, the type of equipment in a volume greater than 50%.

1. INTRODUÇÃO

O som está presente em todos os momentos da vida diária e tanto pode ser prazeroso como desagradável. A música representa um papel importante na vida do ser humano, pois expressa sua cultura e suas origens. Assim, a música é idealizada como um objeto de prazer, emoção e diversão. Com o advento da música amplificada, música eletrônica e aparelhos portáteis de reprodução, o ato de ouvir música passou a gerar uma nova doença: a Perda de Audição Induzida por Ruído (PAIR).

Os aparelhos portáteis de reprodução de músicas tiveram uma grande evolução: inicialmente o *walkman* virou moda entre os jovens nos anos 80, depois surgiram o *diskman* e finalmente os populares tocadores de MP3, MP4 e *iPod*. Estes aparelhos, conectados aos fones de ouvido (*headfones*), geram níveis de som que ultrapassam os limites de segurança para exposição ao ruído estabelecidos para uma jornada de trabalho pela portaria 3214/1978 do Ministério de Trabalho e Emprego (MTE).

Neste contexto, o objetivo do trabalho é avaliar o nível de intensidade de som a que estão submetidos os usuários de aparelhos reprodutores de MP3 e verificar os riscos de contraírem a PAIR.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O som é uma forma e energia que penetra nos ouvidos sob forma de ondas, com duas características fundamentais: a amplitude (volume do som) e a frequência (altura) SWENSSON *et al*., (2009) e FERNANDES (2011).

O som e o ruído podem ser definidos de forma subjetiva: respectivamente, agradável e desagradável, ou objetiva: o som é formado por uma onda periódica com espectro e componentes definidos, enquanto o ruído é aperiódico sem um espectro definido. Entretanto prazeroso ou não, se a intensidade for elevada, tanto o som como o ruído podem provocar danos à audição.

2.1. LEGISLAÇÃO E NORMAS

No Brasil em 1977 o Ministério do Trabalho criou as Normas Regulamentadoras (NR) através da Lei nº 6.514, as quais foram aprovadas pela Portaria nº 3.214 de 1978. A Norma Regulamentadora Nº 15 (NR 15) estabelece padrões de limites de tolerância para o trabalhador exposto ao ruído e possibilita determinar as atividades e operações insalubres nos ambientes de trabalhos. Para um ambiente industrial, a NR 15 estipula o máximo de 85 dB(A) para uma exposição de oito horas diárias ao ruído continuo ou intermitente. Quando o ruído for de 115 dB(A), o tempo de exposição permitido é de sete minutos diários.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2010) recomenda o nível diário de intensidade sonora em 50 dB. Para locais de diversão, até 90 dB para exposição de até 2 horas. A Norma Brasileira NBR 10.152 "Níveis de Ruído para Conforto Acústico" (ABNT, 1987) estabelece o nível máximo de ruído para convivência humana em 65 dB(A).

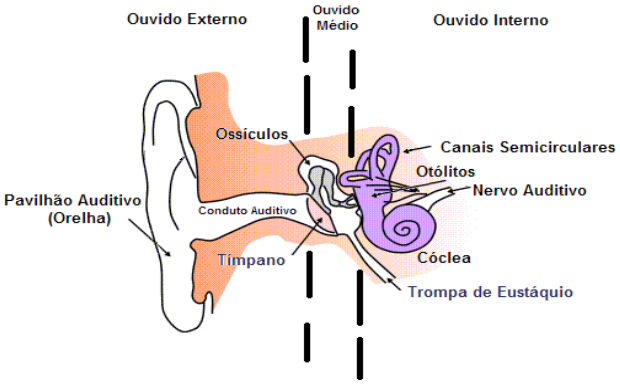
2.2. FISIOLOGIA DA AUDIÇÃO

Segundo Santos e Santos (2000), numa audição normal, o som é captado pela orelha que o conduz para dentro do ouvido através do canal auditivo e dirigido à membrana timpânica, que conduz a vibração por meio dos três ossículos (martelo, bigorna e estribo) para a cóclea. A cóclea é um órgão sensorial composto de pequenas células que convertem esses sinais em impulsos elétricos que serão interpretados pelo cérebro. O ouvido funciona como todo o nosso corpo, se for submetido a muito esforço e/ou

não puder descansar o tempo necessário para se recuperar, acaba adoecendo.

O ouvido humano é dividido em três partes: o ouvido externo, médio e interno (Figura 1). O ouvido externo é constituído pela orelha, pelo canal auditivo e pelo tímpano. O ouvido médio é constituído pelos ossículos (martelo, bigorna e estribo) e pela cóclea, o ouvido interno por estruturas membranosas e líquidas (CARMO, 1999). Este último é o mais complexo de todos e está ligado diretamente ao encéfalo pelo nervo auditivo.

Figura 1. Esquema do ouvido humano.



Fonte: desconhecida

A seguir são apresentados, cronologicamente, os principais equipamentos portáteis reprodutores de músicas (Wikipédia, 2010):

Walkman Cassete – Fabricado pela empresa japonesa Sony no final dos anos 70, permitia ouvir música em forma de fitas cassetes (Figura 2). Deixou de ser fabricado em 2010 após vender mais de 200 milhões de unidades.Figura 2. Walkman Cassete (Wikipédia, 2010)

Figura 2. Walkman Cassete

Fonte Wikipédia.

Walkman CD (*Diskman*) – Lançado no final dos anos 80 pela Sony foi o primeiro leitor portátil de *Compact Disc* (CD) (Figura 3).

Figura 3. Walkman CD

Fonte: Wikipédia (2010).

Walkman MINIDISC – Fabricado pela Sony a partir de 1991 (Figura 4), reproduz um pequeno disco com gravação digital.

Figura 4. Walkman Minidisc

Fonte: Wikipédia (2010).

Walkman para celulares – Fabricado pela Sony Ericsson, incorporava aos telefones portáteis (celulares) a possibilidade de reproduzirem

músicas em formato digital (Figura 5).

Figura 6. Walkman para celulares Sony Ericsson

Fonte: Wikipédia (2010)

MP3 *Player* - O desenvolvimento do sistema de arquivo digital MP3 foi criado em 1987 na Alemanha, tornando-se realidade em 1999. O mais famoso reprodutor de MP3 é o iPod, fabricado pela Apple (Figura 7), com mais de 20 milhões de unidades comercializadas.

Figura 7. MP3 Player

Fonte: Wikipédia (2010).

Telemóveis – Atualmente, a forma mais comum dos jovens ouvirem músicas é por meio dos telefones celulares. Há muito que o telefone deixou apenas de servir para fazer chamadas. Hoje, a possibilidade de ouvir música via telefone móvel é uma realidade, assim como, é também possível fazer o download de músicas diretamente da internet.

3. METODOLOGIA

3.1 EQUIPAMENTOS USADOS NOS ENSAIOS

Foram usados os Seguintes equipamentos:

- 25 tipos e modelos de aparelhos portáteis que reproduzem MP3. A Figura 8 apresenta alguns equipamentos.
- Três músicas em arquivo no formato MP3, com o volume normalizado;
- Fone de ouvido dos seus respectivos aparelhos;
- Uma cabeça artificial padronizada, conforme Norma ANSI S3.19 (1974) (Figura 9).

Figura 8. Aparelhos portáteis utilizados na pesquisa.

Fonte: Wikipédia (2010)

Figura 9. Cabeça artificial utilizada na pesquisa.

Fonte: Autores.

- Um medidor de nível de intensidade sonora (dosímetro) marca Instruthem e modelo DOS 500.

3.2 METODOLOGIA

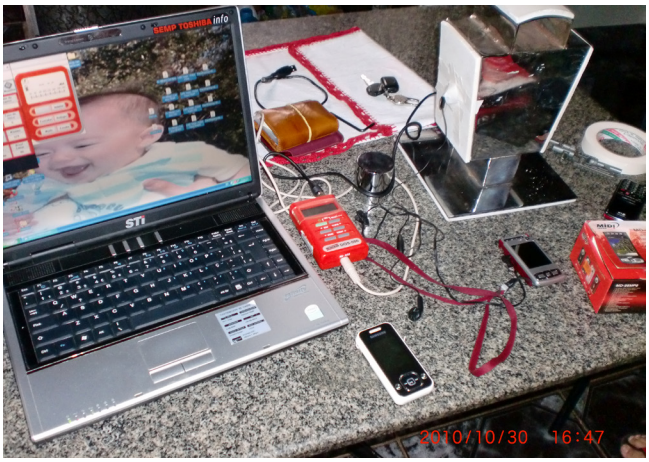
Os testes de intensidade de som foram efetuados por meio de três músicas em MP3 tocadas nas seguintes porcentagens de volume: 50%, 75% e 100% da potência máxima, em 25 aparelhos reprodutores de MP3 (225 testes).

3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

As músicas selecionadas foram: Lady Gaga "*Poker face*."*Poker Face, 2008* (balada), Ludwig van Beethoven "*Allegro con brio.*", Sinfonia n°5, primeiro movimento, 1807 - 1808 (ópera) e The offspring "*Hit that.*", *Sprinter,* 2003 (rock). Estas foram editadas com o volume normalizado e duração de 30 segundos cada e, em seguida, gravadas nos 25 aparelhos reprodutores.

Os testes foram desenvolvidos em uma sala com o nível de ruído de fundo inferior a 38 dB(A). Foram acoplados à cabeça artificial o medidor de intensidade de som (dosímetro) e os fones de ouvido de cada um dos reprodutores. As três músicas foram executadas em volumes de 50%, 75% e 100%. O medidor de intensidade sonora mediu os valores máximo, mínimo e Leq (nível sonoro contínuo equivalente) de cada música. A Figura 10 mostra os equipamentos dispostos na sala de ensaio, no Laboratório de Acústica e Vibrações.

Figura 10. Disposição dos equipamentos.



Fonte: Autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os dados obtidos dos aparelhos portáteis de um modo geral e a média total dos dados sem distinção das músicas.

Os reprodutores de MP3, quando operados com 50% do volume, apresentaram média de som de 88,9 dB(A) e valores máximos de 96,8 dB(A). Com 75% de volume, acusaram médias de som de 96,8 dB(A) com picos de 106,2 dB(A); e, com 100% de volume, apresentaram média de 109,4 dB(A) com picos de 120,7 dB(A).

A Tabela 2 apresenta o tempo máximo de exposição permitida pela NR 15 para trabalhadores expostos a níveis de ruído. A utilização dos reprodutores por tempos acima dos especificados na Tabela 2 indicam risco de perda auditiva induzida por ruído.

Se for fixado o limite de 85 dB(A) para o nível sonoro (8 horas de exposição diária segundo a NR 15), 15 aparelhos (60 %) já apresentam níveis superiores com apenas metade do volume. Para 75% do volume, 20 aparelhos (80%) apresentam níveis maiores que 85 dB(A) e para o volume máximo, 23 aparelhos (92%) reproduzem as músicas acima de 85 dB(A).

A Tabela 3 apresenta a média geral dos 25 aparelhos para as três músicas usadas no teste. Os resultados mostram que, embora tenham valor mais alto, com uma média de

MARCA/MODELO	50%	75%	100%
midi japan/MD - 10 wi fi	75,2	83,6	87,2
Samsung/GTS 5230	69,8	76,1	88,2
Samsung/Star	73,6	85,4	97,1
Sony Ericsson/W580i	88,1	102,9	105,3
Samsung/Corby GTS 3650	75,7	84,5	102,3
LG/KP 500	95,7	98,1	102,6
Sony Ericsson/w705	84,1	96,8	108,9
Samsung/SGH - F250L	71,2	77,2	88,5
Nokia/5800	78,3	90,7	100,5
Midi Japan/KA08+	72,0	82,8	87,6
LG/MG 810 C	90,4	94,2	97,2
Motorola/W 230	83,8	88,8	96,4
LG/GT 360	88,2	94,9	103,8
Motorola/Motorokr w5	94,2	100,2	108,8
Samsung/Giorgio Armani	81,8	93,8	100,4
Midi Japan/MD 95 MP6	72,7	73,9	80,4
Sony Ericsson/W580i	70,5	79,8	93,9
Samsung/E2210	70,9	78,4	81,5
Motorola/EM25	96,6	103,2	105,4
Motorola/W396	85,5	88,2	93,2
Foston/MP3	88,4	99,2	113,5
GRIFFIN/MP3	89,2	100,5	116,8
KANAD/MP3	84,2	94,2	111,3
Sony/MP3	87,8	102,8	116,2
Sony B/MP3	80,1	90,2	105,9
MÉDIA	88,9	96,8	109,4

Fonte: Autores)

Tabela 5. Tempos máximos de exposição permitidos pela NR 15

Volume	50%	75%	100%
Níveis médios medidos	88,9	96,8	109,4
Máxima exposição	4 horas e 30 min.	1 hora e 15 min.	15 min.

Fonte: Autores

Tabela 5. Níveis de som (Leq) médios, em dB(A), para cada música.

MÚSICA	50%	75%	100%	MÉDIA
Lady Gaga - Poker face	89,4	97,0	109,5	98,6
Alegro con brio	84,2	92,5	105,4	94,0
The Off Spring – Hith at 192	90,7	98,8	111,4	100,3

Fonte: Autores

Tabela 6. Análise do conforto acústico em dB(A)

Norma	**Níveis indicados**		**Medidos neste trabalho (Leq)**
	Conforto	**Aceitável**	
NBR 10152	35	65	Médias entre 88,9 e 109,4 dB(A), com picos de 120,7 dB(A)
CETESB - L 11.034	40	50	
ANSI S 12.2	35	45	
NR 17 - Port 3214	35	65	
O.M.S.	---	50	

Fonte : Autores

sido editadas com o mesmo volume, a densidade sonora dos instrumentos usados na balada (Lady Gaga) e no rock (The Off Spring), fizeram com que o nível sonoro (Leq) apresentasse valores maiores (principalmente instrumentos eletrônicos com altos níveis de distorção harmônica).

A Tabela 4 compara os níveis de som medidos nos reprodutores de MP3 com os valores recomendados de conforto acústico por diversas normas.

5. CONCLUSÕES

Em vista das medições efetuadas nos aparelhos portáteis concluiu-se que: os níveis médios de intensidade sonora averiguados no volume de 50%, variaram entre 86 e 98.2 dB(A)) obtendo uma média de 88.9 dB(A), já acima do limite permitido pela NR-15. Os valores obtidos chegaram atingir picos de 120.7 dB(A) no seu volume máximo (100%). A média alcançada no volume de 75% foi de 96.8 dB(A) e 100% de 109.4 dB(A)

Quanto ao ritmo, o rock apresentou um,

100,3 dB(A), enquanto as baladas, apresentaram médias de 98,6 dB(A) e a orquestra 94,0 dB(A).

Estes valores de nível de som, acima do limite permitido pela NR-15, sugerem que os usuários dos reprodutores de MP3 correm risco grave e iminente de adquirirem a Perda de Audição Induzida por Ruído já no volume de 50%

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

American National Standards Institute, 1974, ANSI S3.19-1974: "Method for the Measurement of Real-Ear Protection of Hearing Protectors and Physical Attenuation of Earmuffs". New York: Acoustical Society of America.

American National Standard Institute, 1995, ANSI S 12.2 - Criteria for Evaluating Room Noise. New York.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987, "Níveis de Ruído para Conforto Acústico", Rio de Janeiro: ABNT.

Brasil, Ministério do Trabalho, 1978, Portaria 3.214, Segurança e Medicina do Trabalho. NR 15.
Carmo, L. I. C., 1999, "Efeito do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas". Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) - Centro de Especialização em Fonologia Clínica, Goiânia.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1992, "CETESB. L11.034 - Critérios de ruído para recintos internos de edificações".São Paulo.

Fernandes, J.C., 2011, "Ruído e Vibrações" – Apostila do Curso de Especialização em Segurança do Trabalho – UNESP, Bauru, SP, Brasil. Acessada em fevereiro de 2012 no site: wwwp.feb.unesp.br/jcandido.

OMS, Organização Mundial da Saúde, 2010. Disponível em: http://www.who.int/countries/bra/es/. Acesso em: 03/02/2012.
Santos, U. P.; Santos, M.P., 2000, "Exposição a ruído: efeitos na saúde e como preveni-los". Caderno de Saúde do Trabalhador. Instituto Nacional de Saúde no Trabalho, São Paulo.

Swensson, J. R. P.; Swensson, R. P.; Swensson, R. C., 2009, "Ipod, MP3 Players e a Audição". Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, v.11, n. 2, p. 4-5.

Wikipedia, 2010, "A Enciclopédia Livre". Disponível em: http://pt.wikipedia.org. Acesso em: 03/02/2012.

DESIGN E INOVAÇÃO SOCIAL
DESIGN AND SOCIAL INOVATION

Sydney Fernandes de Freitas, Dr. (ESDI/UERJ); Patricia Borba Werner, Doutoranda em Design, (ESDI/UERJ)

PALAVRAS CHAVE
Design, Inovação tecnológica, Inovação social, Sustentabilidade
KEY WORDS
Design, Technological innovation, Social innovation, Sustainability

RESUMO

Este artigo apresenta o Design como uma tecnologia e, a partir dessa premissa, tem como objetivo relacioná-lo com o processo de inovação. Para tanto, introduz alguns conceitos e definições de inovação, bem como sua taxonomia. Primeiramente, a inovação tecnológica é abordada, por ter relação direta com o Design, ciência e tecnologia. Ao longo do texto, outras formas de inovação são apresentadas, como a inovação em serviços, setor que é cada vez mais valorizado por sociedades preocupadas em consumir menos produtos e tornar o meio ambiente mais sustentável. Em paralelo a esse movimento, o Design de serviços ajuda a criar novos serviços ou melhorar os já existentes, de modo a torná-los mais úteis e eficientes para as organizações. É nova área de atuação do Design, holística, multidisciplinar e integradora, que tem como objetivo aparelhar as empresas e o governo com abordagens inovadoras para que elas possam enfrentar os desafios socioeconômicos contemporâneos (MORITZ, 2005). Nesta direção, encontra-se também a inovação social, que quando associada ao Design visa proporcionar um novo caminho para a sustentabilidade. São atividades e serviços inovadores que tem o objetivo de atender necessidades sociais. Em geral, são desenvolvidas e difundidas por meio de organizações com fins predominantemente sociais. O presente trabalho pretende, portanto, reunir os conceitos, definições e exemplos de inovação social, a fim de estabelecer as bases para sua relação com as áreas de Design e Sustentabilidade.

ABSTRACT

This paper presents Design as a technology and from this premise intends to relate it to the innovation process. Therefore, we introduce some concepts and definitions of innovation, as well as its taxonomy. First, we focus on technological innovation, since its straight relation to Design, Science and Technology. Through the text, other forms of innovation are presented, as Service Innovation, a sector that is increasingly valued by companies concerned to consume fewer products and think in a sustainable way. Thus, the service design helps create new services or improve existing ones in order to make them more useful and efficient for organizations. It's new area of Design, more holistic, multidisciplinary and integrative, which aims to provide innovative approaches for companies and government, so that they can meet the contemporary socio-economic challenges

(MORITZ, 2005). Furthermore, Social Innovation can also provide a new way to sustainability, especially when it comes with Design tools. Social Innovation is a movement of activities and new services that intend to meet social needs. They are generally developed and spread by organizations with social purposes. Therefore, this paper's purpose is to present the concepts and examples of Social Innovation in order to demonstrate its relationship with Design and Sustainability.

1. INTRODUÇÃO: DESIGN, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Neste artigo, parte-se do princípio que Design é uma tecnologia e seu objeto de trabalho é a inovação tecnológica, cujo objetivo é a melhoria da qualidade de vida dos seres humanos e do meio ambiente. O conhecimento tecnológico, segundo Bunge, constitui-se de teorias, regras fundamentadas e dados, e é resultante da aplicação do método da ciência a problemas práticos. Portanto, o prático, ou seja, o homem de ação prática distingue-se do tecnólogo pela forma como utiliza o conhecimento cientifico (BUNGE, 1980).

Do ponto de vista da ciência, a teoria é o ápice de um ciclo de investigação e um guia para a investigação ulterior; ao contrário das artes e ofícios, nas quais não há teorias ou estas são meros instrumentos de ação. Nesse último caso, utiliza-se somente a parte periférica e de forma incompleta. Não interessa ao prático como o conhecimento foi gerado, mas sim as regras de ação prescritas. Ao contrario, o tecnólogo observa e interfere em situações de prática utilizando conhecimentos e métodos da ciência. A tecnologia parte de teorias científicas e termina com formulação e aplicação de regras fundamentadas. O trabalho do tecnólogo gera hipóteses que alimentam o trabalho da ciência (BUNGE, 1975).

É importante destacar que o termo tecnólogo, utilizado pelo autor, refere-se ao profissional de design que aplica conhecimentos científicos a situações práticas. Ou seja, está comprometido com o processo de inovação tecnológica e não deve ser confundido, portanto, com aqueles formados em cursos de nível tecnológico.

Continuando com o mesmo autor, um corpo de conhecimento é uma tecnologia se, e somente se:

a) é compatível com a ciência contemporânea e controlável pelo método científico;

b) é empregado para controlar, transformar ou criar coisas ou processos naturais ou sociais (BUNGE, 1987).

Dessa forma, podemos afirmar que Design não é uma ciência, pois seu objetivo não é a construção e verificação de teorias. Isto porém não exime os designers, como tecnólogos, da preocupação do desenvolvimento de trabalhos científicos no Design e de refletir cientificamente sobre sua própria prática (FREITAS, 1999).

Tem-se ainda que uma teoria tecnológica pode ser substantiva ou operativa (MORAES, 1994).

> A teoria tecnológica substantiva refere-se, essencialmente, às aplicações das teorias científicas a situações aproximadamente reais. É o caso do geólogo que realiza prospecções de petróleo utilizando a paleontologia - embora nem a paleontologia nem a geologia se ocupem diretamente da indústria petrolífera.
>
> As teorias tecnológicas substantivas apresentam um estreito contato com as teorias científicas. As teorias tecnológicas substantivas, que se ocupam das decisões que precedem e guiam as ações, fornecem aos que tomam de-

> cisões os instrumentos para planejar e fazer.
>
> A teoria tecnológica operativa refere-se às operações de complexos homem-máquina em situações aproximadamente reais. O que as teorias tecnológicas operativas utilizam não é o conhecimento científico substantivo, mas sim o método da ciência.
>
> As teorias tecnológicas operativas ocupam-se diretamente das ações do elaborador de decisões (decisor) e do produtor ou agente. Assim, por exemplo, uma teoria da gestão de linhas aéreas não estuda os aviões, mas sim certas operações do pessoal. As teorias tecnológicas operativas nascem da investigação aplicada e podem ter pouco ou nada a ver com as teorias substantivas. Desse modo, cibernéticos, engenheiros de sistema, matemáticos e lógicos, com escasso conhecimento prévio das teorias científicas do campo substantivo, podem fornecer importantes conhecimentos para ditas teorias operativas.

Conclui-se, portanto, que o Design é uma tecnologia operativa que enfatiza o método, a resolução de problemas, que lança mão de tecnologia substantiva e atua no campo da inovação tecnológica.

2. INOVAÇÃO

As discussões sobre inovação são cada vez mais frequentes, contudo ainda há divergências com relação aos conceitos e definições acerca do tema. Um dos poucos consensos, quando pretende-se definir o termo, é a utilização do Manual de Oslo, que foi elaborado em 1990 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e, hoje, encontra-se em sua terceira edição.

2.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Segundo o manual, "uma inovação é a implementação de um produto, serviço ou processo, que seja novo ou significativamente melhorado. As atividades de inovação são etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que têm como objetivo o funcionamento das mesmas, isto é, só são consideradas inovação quando implementadas." Algumas dessas atividades são inéditas e outras, apesar de não serem novas, são necessárias para o processo de implementação das inovações. A pesquisa e desenvolvimento (P&D) também é considerada uma atividade de inovação, mesmo que não esteja diretamente relacionada ao desenvolvimento de uma inovação específica.

Um dos primeiros autores a publicar pesquisas relacionadas à inovação foi Joseph Alois Schumpeter, que marcou o cenário econômico no século XX e muito contribuiu para o avanço dos estudos sobre o tema. Para ele, as atividades empresariais e o poder do mercado sempre giraram em torno da inovação. A partir de suas teses, Schumpeter procurou provar que a inovação originada pelas organizações sempre proporcionaram resultados melhores do que a simples concorrência de preços. O legado deixado pelo autor estimulou uma corrente de novos pesquisadores, chamados posteriormente de *neoschumpeterianos*.

A abordagem do tema dentro do campo da administração é muito comum. Drucker defende que "inovação é uma ferramenta específica dos empresários, uma maneira de explorar a mudança como oportunidade para um negócio ou serviço diferente. No entanto, transcendendo às fronteiras da área de negócios e aproximando a inovação da atividade acadêmica, é possível apresentá-la sob a forma de disciplina, aprendê-la e praticá-la." (DRUCKER, 1997).

A literatura latino-americana sobre Políticas Públicas de Ciência & Tecnologia (PCT), sobretudo àquela gerada a partir do enfoque gerencial, tende a associar inovação a qualquer tipo de mudança tecnológica. "Em geral, são

qualificadas como inovação: a importação de tecnologia, as transferências entre a matriz e filial e as transferências de tecnologias não incorporadas em serviços de assessoria. Portanto, é usual denominar de inovação os processos de difusão de tecnologias." (DAGNINO E THOMAS, 2001).

2.2 REQUISITOS E CLASSIFICAÇÕES

Vale ressaltar que, segundo o Manual de Oslo, o requisito mínimo para se definir uma inovação é que "os produtos, serviços ou processos sejam novos ou que apresentem melhorias significativas para a empresa." Ainda que a inovação tecnológica seja a de mais fácil entendimento, há outras formas de classificar as inovações, como a taxonomia a seguir, segundo a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

a) Inovação do produto (inovação tecnológica): introdução no mercado de novos produtos, serviços ou tecnologias. Inclui alterações significativas nas suas especificações técnicas, componentes, materiais, software incorporado, interface com o usuário ou outras características funcionais;

b) Inovação do processo: implementação de novos ou significativamente melhorados processos de produção ou logística de bens ou serviços. Inclui alterações significativas de técnicas, equipamentos ou software;

c) Inovação organizacional: implementação de novos métodos organizacionais na prática do negócio, organização do trabalho e/ou relações externas;

d) Inovação de marketing: implementação de novos métodos de marketing, envolvendo melhorias significativas no design do produto ou embalagem, preço, distribuição e promoção dos mesmos.

Além disso, com relação à origem, a inovação pode ser classificada entre inovação aberta (open innovation) e inovação fechada (closed innovation). "Inovação fechada ocorre quando o conhecimento é limitado ao uso interno de uma empresa, que opta por não fazer uso ou somente um pequeno uso do conhecimento exterior. Já a inovação aberta acontece quando a organização utiliza também fontes e informações externas (como licenças, patentes, etc.), melhorando a gestão do conhecimento na empresa, com o objetivo de acelerar o processo de inovações." (CHESBROUGH, 2003).

2.3 INOVAÇÃO E DESIGN

Conforme visto, o processo de inovação está diretamente ligado ao campo do Design, sendo este, fator central da humanização das inovações, segundo o Conselho Internacional das Sociedades de Desenho Industrial (ICSID - International Council of Societies of Industrial Design), órgão que representa a atividade oficialmente, posicionando-se como uma das instâncias de legitimação do campo:

> Design é uma atividade criativa cujo objetivo é estabelecer as qualidades multifacetadas dos objetos, processos, serviços e seus sistemas durante o seu ciclo de vida. Deste modo, o Design é o fator central de humanização das inovações tecnológicas e o fator crucial das mudanças culturais e econômicas. Assim, cabe ao Design compreender e avaliar as relações organizacionais, funcionais e econômicas, com a missão de: garantir a ética global (por meio da sustentabilidade), social (permitindo a liberdade aos usuários, produtores e mercado) e cultural (apoiando a diversidade). Dar aos produtos, serviços e sistemas, suas formas expressivas (semiologia) e coerentes (estética) com suas próprias características e complexidades. O Design está relacionado a produtos, serviços e sistemas concebidos a partir de ferramentas, organizações e processos industriais. O Design é uma atividade que envolve um amplo espectro de profissões que integradas devem aumentar a valorização da vida. Portanto, o termo designer se refere a

> um indivíduo que pratica uma profissão intelectual, e não simplesmente oferece um negócio ou presta um serviço para as empresas (ICSID, s.d.).

Com relação à inovação de serviços, Dantas considera que, "ao contrário da indústria, este tipo de inovação pode ser mal interpretado ou de difícil definição. A começar pela natureza da atividade e por, normalmente, não haver um departamento e orçamento prévio dedicados a esta área. O fato dos serviços serem facilmente plagiáveis obriga as organizações que apostam nessa inovação a definir rapidamente os custos de desenvolvimento do novo serviço, o que reflete em seu preço final e pode dificultar sua implementação no mercado." (DANTAS, 2013).

Para Moritz, "o Design de serviços ajuda a criar novos serviços ou melhorar os já existentes, de modo a torná-los mais úteis e eficientes para as organizações. Trata-se de uma nova área de atuação do Design que se caracteriza como holística, multidisciplinar e integradora. Portanto, o objetivo do Design de serviços é aparelhar as organizações com abordagens inovadoras para que elas possam enfrentar os desafios socioeconômicos contemporâneos." (MORITZ, 2005).

Nesta direção, encontra-se também a inovação social, que quando associada ao Design pode proporcionar um novo caminho para a sustentabilidade. A seguir, são apresentados alguns conceitos, definições e exemplos de inovação social, a fim de estabelecer as bases para sua relação com as áreas de Design e Sustentabilidade.

3. INOVAÇÃO SOCIAL

Historicamente, o termo inovação social foi utilizado pela primeira vez no início de 1970 pelos autores Taylor e Gabor. Para Taylor, "a inovação social pode resultar da busca de respostas às necessidades sociais, introduzindo novas formas de lidar com a pobreza. Gabor considera a inovação social como um instrumento para alcançar novos arranjos sociais, seja na forma de novas leis ou de tecnologias." (SILVA, 2011).

3.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Ao longo do tempo, outras definições foram apresentadas por estudiosos de diferentes áreas, o que fomentou as discussões acerca do tema. Mulgan define inovação social como "atividades e serviços inovadores que são motivados pelo objetivo de atender uma necessidade social e que são predominantemente desenvolvidas e difundidas por meio de organizações cujos principais fins são sociais" (MULGAN, 2005).

Segundo uma das publicações globais mais importantes sobre o assunto, a *Stanford Social Innovation Review*, "inovação social é uma nova solução para um problema da sociedade. É fundamental que essa solução seja mais efetiva, eficiente, sustentável e justa, quando comparada a outras ações já existentes, e que seja também, prioritariamente, capaz de gerar valor para a sociedade como um todo ao invés de beneficiar apenas alguns indivíduos." (BUSSACOS, 2013).

Nesse sentido, a inovação social pode ser contrastada com inovação empresarial, pois enquanto o recurso crítico para a última é o resultado econômico financeiro, as inovações sociais, em geral, também dependem de outros recursos, incluindo o reconhecimento político, entre outros tipos de financiamento ligados ao terceiro setor (MULGAN, 2007).

A motivação para a inovação social vai além do âmbito material e inclui incentivos mais amplos como a responsabilidade social. Diferentes indicadores de sucesso distinguem os dois tipos de inovação. A medição e avaliação da inovação social costuma exigir métricas completamente particulares." (SILVA, 2011).

As fronteiras entre empresas e inovação social, no entanto, podem se tornar menos claras quando essa é resultado do empreendedorismo social, isto é, soluções inovadoras motivadas por empresários em resposta a

problemas da sociedade, na tentativa de catalisar as transformações sociais (DEES, 1998; ALVORD, 2004).

Os empreendedores sociais, por sua vez, costumam adotar uma definição bem simples e direta, também proposta por Mulgan em 2006, "inovação social é uma ideia nova que funciona no sentido de cumprir as metas sociais". Em outras palavras, a inovação social pode ser vista como um processo de mudança que emerge da combinação criativa de ações existentes (capital social, patrimônio histórico, artesanato tradicional e tecnologia avançada acessível), com o objetivo de alcançar metas socialmente necessárias, adotando um novo caminho. Em suma, "é um tipo de inovação impulsionada por demandas sociais, ao invés do mercado ou de pesquisas tecnológicas, motivada mais pelos atores envolvidos do que por especialistas." (DESIS, 2012).

Segundo Bussacos, as inovações sociais podem ser encontradas em diversos setores do Brasil e no mundo em múltiplos contextos: empresas, governo, organizações sociais e movimentos da sociedade civil. Dentre essas inovações, destacam-se alguns casos de sucesso, como o microcrédito e seu maior ícone, Muhammed Yunus; a metodologia de educação à distância da Kahn Academy, que utiliza vídeos e outras ferramentas on-line para melhorar a qualidade do ensino e alcançar um público maior; os geradores de energia renováveis acessíveis no Sul do Brasil, entre outros.

É possível também identificar inovações sociais em nosso dia a dia, como associações de moradores que estabelecem novas formas de se organizar, empresas que tornam serviços como educação e saúde acessíveis para mais cidadãos a preços justos e organizações sociais que desenham novos serviços para reduzir a pobreza e aumentar a qualidade de vida das pessoas de baixa renda. "As inovações sociais não envolvem necessariamente o uso de tecnologias avançadas, mas certamente a tecnologia tem permitido a aceleração do ritmo da mudança no setor social." (BUSSACOS, 2013)

3.2 INOVAÇÃO SOCIAL E SUSTENTABILIDADE

Para Bessant e Tidd (2009), "a questão da sustentabilidade torna-se cada vez mais frequente na agenda da inovação. A inovação social conectada a fatores sustentáveis possui, em geral, implicações sistêmicas mais relevantes e enfatiza a necessidade de gestão integrada. Tais inovações emergem de preocupações inseridas em contextos sociais, políticos e culturais complexos e podem oferecer alto risco de fracasso quando esses elementos são abordados isoladamente. Alguns autores consideraram a inovação como movimento antagônico à sustentabilidade, contudo, a primeira possui um papel central na promoção de condições para cenários sustentáveis, utilizando novos processos, produtos e serviços, mas, também, por meio de mudanças na organização, no negócio e na cultura." (BESSANT e TIDD, 2009).

Ao longo da última década, o conceito de inovação social se difundiu. "A variedade de atores sociais, como instituições, empresas, organizações sociais e, acima de tudo, redes colaborativas transformou os modelos tradicionais de pensar a sustentabilidade, gerando diversas iniciativas promissoras, como agricultura apoiada pela comunidade, coabitação, compartilhamento de carros, hortas comunitárias, programas de saúde da família, etc. Essas iniciativas propõem soluções viáveis para problemas ambientais complexos e, ao mesmo tempo, representam protótipos funcionais de novos modos de vida sustentáveis." (DESIS, 2012).

4. CONCLUSÃO

Hoje, a inovação social é capaz de gerar uma constelação de pequenas iniciativas. Se as condições adequadas são criadas, essas pequenas inovações locais e seus protótipos de trabalho podem perfeitamente se expandir. Isto é, essas soluções podem ser consolidadas, repli-

cadas e integradas a programas maiores para gerar mudanças sustentáveis em grande escala. Para isso, são necessárias novas competências de Design. Nesse sentido, os processos de inovação social demandam novas visões, estratégias e ferramentas de codesign, com o objetivo de transformar ideias em soluções maduras e programas viáveis. Ou seja, a aplicação das metodologias de Design precisa ser repensada nesta nova direção. A esse conjunto de iniciativas e métodos, pode-se chamar Design para Inovação Social. (DESIS, 2012).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVORD, S. H.; BROWN, L. D.; LETTS, C. W. Social Entrepreneurship and Societal Transformation: An Exploratory Study. The Journal of Applied Behavioral Science 40 (3): 260-282, 2004.

CHESBROUGH, H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology, Harvard Business School Press, Boston, MA, 2003.

CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. Open Innovation: Researching a New Paradigm. USA: Oxford University Press, 2006.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; Planejamento e políticas públicas de inovação: em direção a um marco de referência latino-americano. Revista Planejamento e Políticas Públicas (PPP); n. 23, p.205 a 231, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), jun 2001.

DANTAS, J. Inovação e marketing de serviços. [S.l.: s.n.], 2013.

DEES, G. J. O Significado de Empreendedorismo Social <http://www.academiasocial.org.br> Acesso em: 26/04/2015.
DESIGN COUNCIL. Design for Public Good. Londres, 2013.

DRUCKER, P. The man who changed the world. Business Review Weekly, September, p. 49., 1997.
EMUDE, Emerging User Demands for Sustainable Solutions, 6th Framework Programme (priority 3-NMP), European Community, 2006.

EUROPEAN COMMISSION. Design for Growth and Prosperity. Helsinki, 2012.

FINEP, Brasil Inovador - Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados Sobre Inovação. <www.finep.gov.br> Acesso em: 02/05/2015.

FRANCATI Manual. Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental development; OCDE, 2002.

HINNIG, R.; FIALHO, F. A. P. Design de serviço no setor público: um estudo de caso do projeto Make it Work na cidade de Sunderland (Inglaterra). Revista Estudos em Design. Rio de Janeiro: v. 21, n.2, 2013.

KADOUAKI, R.; MARRA, C. N. Inovação aberta e design thinking no setor público: o caso da "gravidez na adolescência" no Movimento Minas. IV Congresso CONSAD de Gestão Pública, Brasília, 2013.

KLINE, S.J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In R. Landau & N. Rosenberg (eds.), The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth. Washington, D.C.: National Academy Press, pp. 275–305, 1986.

MORITZ, S. Service design. Practical access to an evolving field. Londres, 2005.

MOZOTA, B. B. de. Gestão do design: Usando o design para construir valor de marca e inovação corporativa. Porto Alegre: Bookman, 2011.

OSLO Manual. The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data; OCDE, Julho 2005.

SECOMANDI, F. Design e as interfaces de serviço. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.
STICKDORN, M.; SCHNEIDER, J. Isto é design thinking de serviços. Porto Alegre: Bookman, 2014.

UNICAMP, Gestão da Inovação. <www.inovacao.unicamp.br> Acesso em: 02/05/2015.

JOGOS DE SUSTENTABILIDADE E ECO DESIGN: ESTRATEGIA DE ENSINAGEM CINESTÉSICA

Ana Verónica Pazmino, Dra. (UFSC)

PALAVRAS CHAVE
Jogos, Sustentabilidade, Pedagogia do Design.
KEY WORDS
Games, Sustainability, Design Education

RESUMO

O artigo apresenta a fundamentação teórica do jogo no ensino, o relato do desenvolvimento e da aplicação de jogos de sustentabilidade e eco design como etstratégia de ensinagem cinestésica na disciplina de Design e Sustentabilidade oferecida no curso de graduação em Design da UFSC. O trabalho contribui na pedagogia do design mostrando a importância do jogo como uma estratégia pedagógica que busca facilitar o aprendizado dos temas tratados na disciplina de forma que o aluno aprenda de forma lúdica e que possa reconhecer a complexidade e responsabilidade como designer e cidadão na conjuntura social – ambiental.

ABSTRACT

Article presents the theoretical foundation of game in teaching, relates the development and implementation of sustainability and eco design games as a teaching and learning strategy kinesthetic in the discipline of Design and Sustainability which was given in the graduation course in Design at UFSC. The work contributes to the design education showing a pedagogical strategy that seeks to facilitate the learning of the topics discussed in the course so that the student is able to work in teams and playful way to be able to recognize the complexity and responsibility as a designer and citizen in the conjuncture social - environmental.

1. INTRODUÇÃO

A realidade da sala de aula do ensino superior precisa ser repensada de forma que concepções e práticas de ensinar e aprender sejam prazerosas tanto para o professor quanto para o aluno. Este artigo propõe jogos de sustentabilidade e eco design como estratégia de ensinagem cinestésica para a disciplina de Design e Sustentabilidade no curso de Design da UFSC. O trabalho mostra uma sustentação teórica pedagógica da necessidade de repensar as práticas em sala de aula.

Posteriormente é descrito o desenvolvimento de jogos pelos alunos da disciplina e a aplicação dos mesmos com outra turma. Finalmente, são descritos os resultados da ação pedagógica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

O exercício da docência no ensino superior visa à formação do aluno com uma visão de totalidade. A aprendizagem exige a compreensão do conteúdo pelo aluno. Perrenoud (2002) menciona que os professores universitários aprendem com a experiência, melhoram com o passar dos anos e terminam construindo uma forma de didática.

A didática definida como a técnica de dirigir e orientar a aprendizagem tem como subcampos as metodologias do ensino e as práticas de ensino. Dentre estas, se tem ferramentas para viabilizar o ensino. Desta forma, se uma parte dos professores ocupa sua função sem ter nenhuma formação didática, suas metodologias e práticas de ensino são resultado da prática cotidiana.

Para Costa e De Pesce (2008), compreender como o aluno adulto aprende pode ajudar o professor a propor e usar inovações metodológicas e tecnológicas. As autoras mencionam que as pesquisas sobre como os adultos aprendem são poucas em comparação às direcionadas às crianças, mas citam alguns resultados, como por exemplo:

• os adultos são motivados a aprender quando possuem necessidades e interesses que a aprendizagem poderá satisfazer. Estes devem ser o ponto de partida para organizar atividades;

• a orientação de adultos para a aprendizagem é centrada na vida, portanto as unidades apropriadas para esse caso são situações reais;

• a experiência é o recurso mais rico para aprendizagem de adultos, então a metodologia básica da educação de adultos é a análise da experiência;

• os adultos têm uma grande necessidade de serem auto dirigidos. Assim, o papel do professor é engajar-se em um processo de mútua investigação em lugar de transmitir o seu conhecimento e avaliar a adequação deles em relação ao processo;

• as diferenças individuais entre as pessoas aumentam com a idade. Por isso, a educação de adultos deve considerar as diferenças de estilo, tempo, local e ritmo de aprendizagem.

Assim sendo, no momento em que as aulas são planejadas e vão ser determinados os procedimentos e estratégias a serem utilizados no processo de ensino aprendizagem, deve ser considerado o modo como o aluno aprende.

Teixeira (2006) Menciona que o único teste da qualidade de uma experiência de aprendizagem está no fato dela ser bem ou mal sucedida, em provocar a desejada mudança no comportamento do aluno. Dessa forma, o autor reforça que um nível de aprendizagem, no seu sentido amplo, é uma expressão que reproduz uma mudança desejada. Essa mudança pode ocorrer em ações, pensamentos sentimentos e atitudescomo resultado de uma "experiência de aprendizagem", isto é, por um método de ensino adequado.

Ausubel *et al.* (1980 *apud* Castanho 2001, p.157) Afirma que quando um novo conhecimento é apresentado com os devidos cuidados para se articular com os já existentes na estrutura cognitiva do aluno, a aprendizagem significativa tem lugar.

Estes devidos cuidados devem atender os diferentes canais de percepção doser humano.

Para Santos (2008, p.42) as três modalidades básicas responsáveis por processar informações e fixá-las na memória, resultam do desenvolvimento da preferência: visual (aprendizagem por meio da visão), a auditiva (aprendizagem por meio da audição) e a cinestésica (aprender interagindo/fazendo/sentindo).

Para recriar a vida acadêmica é preciso ter um entendimento das condições necessárias para que se processe a aprendizagem. Segundo Santos (2008, p.33) "a aprendizagem somente ocorre se quatro condições básicas forem atendidas: a motivação, o interesse, a habilidade de compartilhar experiências e a habilidade de interagir com os diferentes contextos". Para o autor se estas condições são atendidas, somadas aos processos gerais de aprendizagem torna-se possível o ato da aprendizagem significativa.

2.1. JOGO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINAGEM CINESTÉSICA

Anastasiou (2006) ressalta que as estratégias de ensinagem visam à consecução de objetivos, portanto, há que se ter clareza sobre aonde se pretende chegar naquele momento com o processo de ensinagem. Por isso, os objetivos têm que estar muito claros tanto para o professor quanto para o aluno e devem estar registrados no programa de aprendizagem.

Em relação aos objetivos de aprendizagem segundo (GIL, 2008) podem ser classificados em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor. Segundo o autor o domínio cognitivo refere-se aos objetivos ligados a conhecimentos, informações ou capacidades intelectuais. É o domínio que prevalece no ensino superior. O domínio afetivo atende aos objetivos relacionados com sentimentos, emoções, gostos ou atitudes. E o domínio psicomotor envolve os objetivos que enfatizam o uso de coordenação do corpo humano.

Anastasiou (2006) menciona que existe entre os docentes universitários um habitus [grifo do autor] de trabalho com predominância na exposição do conteúdo, em aulas expositivas ou palestras, leitura de textos, pesquisas etc., a configuração atual, tem a palestra como principal forma de trabalho. E os alunos esperam que o professor faça exposição dos assuntos a serem aprendidos. O novo procedimento exige uma modificação dinâmica da aula.

Alvarez-Ballestero (2004) menciona que quanto mais o estudante avança pelos diversos níveis educativos, mais a aprendizagem se torna internalizada e menos externalizada; talvez por esse motivo, muitos alunos se tornam cada vez menos motivados quando recebem um ensino por meio de processos passivos e abstratos.

A aprendizagem cinestésica envolve desenvolver características como:

• aprender por meio da experiência direta e da participação;

• recordar com mais facilidade o que tenha feito e não o que tenha ouvido ou visto;

• divertir-se com experiências concretas na aprendizagem, tais como construção de modelos, participação em jogos, montagem de objetos.

Para Alvarez-Ballestero (2004) todos os indivíduos manifestam de alguma forma a tendência ou necessidade cinestésica, porém, aqueles que, literalmente, precisam "tocar" as ideias para compreendê-las saem bastante prejudicados quando o aprendizado multissensorial não ocorre. Para a autora, a aprendizagem cinestésica proporciona com frequência uma experiência educacional significativa, prazerosa e inesquecível. Uma das atividades cinestésicas que permitem auxiliar no ensino, é desenvolver jogos ou jogar em sala de aula.

Huizinga (2003) coloca os jogos em um patamar além do entretenimento, mostrando como eles fazem partem da natureza humana, de seus conflitos, de suas relações e criações.

Para Gil (2009) os jogos são atividades espontâneas realizadas por mais de uma pessoa, regidas por regras que determinam perda ou ganho. Os jogos podem ser simulados e não simulados. Para Gil, não simulados são os jogos em que o participante procura solucionar problemas utilizando alguns princípios. Os jogos simulados são aqueles em que os participantes são colocados frente a desafios que reprodu-

zem a realidade.

Segundo Lara, 2001 (*apud* DAMASCENO *et al.*, 2007) os jogos ultimamente vêm ganhando espaço dentro do ambiente de ensino, numa tentativa de trazer o lúdico para dentro de sala de aula.

Como atividade de ensino o jogo pretende auxiliar o aluno a pensar com clareza, desenvolvendo sua reflexão. Podendo ser utilizado para alcançar diversos objetivos dentro de um plano de ensino.

Fromberg (2002) apresenta as principais características do jogo que são:

Simbolismo, já que um objeto representa outro de forma analógica ou convencional (p. ex: um tabuleiro é o símbolo de um ambiente); Significação se baseia na relação de referência do símbolo; Voluntário ou intrinsecamente motivador usa elementos que provocam motivação e são realizados de forma voluntária; Episódico implica em ações que tem relação com outros fatos ligados a uma meta principal.

Segundo Gil (2009), o jogo ainda é mais difundido no ensino fundamental e médio, sobretudo porque é considerada uma estratégia para "aprender brincando".

Mas seu uso vem se ampliando no ensino superior. O autor menciona que apesar da crescente utilização de jogos no Ensino Superior, esta estratégia ainda é vista com certa desconfiança por alguns educadores.

Para Gil o jogo encoraja a cooperação entre os jogadores e proporciona um contexto adequado para o ensino pelos pares e para o desenvolvimento de comunidades de aprendizagem.

Dependo do contexto cultural, do campo de conhecimento, e os objetivos dos usuários, o jogo pode ter funções educativas nas diversas disciplinas. Para Gil (2009) os jogos contribuem para ativar conhecimentos anteriores, já que seu desenvolvimento requer o conhecimento de fatos e proporcionam imediato *feedback*. Alguns dos princípios pedagógicos presentes nos jogos são mostrados no Quadro 1.

Princípios pedagógicos	Aplicação em jogos
Individualização	Adaptam-se ao nível do indivíduo.
Feedback	Provêm *feedback* imediato e contextualizado.
Aprendizado Ativo	Provêm um ambiente ativo que conduz a descoberta.
Motivação	Engajam os usuários durante horas, buscando alcançar os objetivos.
Socialidade	Podem envolver outros competidores.
Avaliação	Possibilitam aos usuários avaliar suas habilidades zou conhecimentos e compará-las com a dos outros.

Gil (2009 menciona que como os jogos são inerentemente presenciais engajam diferentes sentidos no processo de aprendizagem. Estimulam a construção de hipóteses, pois o aprendizado ocorre por tentativa e erro. São motivadores, pois o sucesso requer o aprendizado do material. Os jogos inspiram os jogadores a procurar dados e informações e os educandos são encorajados a desafios.

Segundo Schell (2010) os elementos básicos de um jogo são:

• mecânica: envolve regras e definições. Mostra o jogo como será jogado e seu sistema formal.

• narrativa: pode ser uma história inserida com inicio meio e fim, servir apenas como pano de fundo ou serem narrativas emergentes que são construídas conforme a experiência do jogador. As histórias são importantes para possibilitarem maior profundidade e complexidade ao jogo, facilitando o processo de imersão.

• estética: envolve a parte visual do jogo, seus elementos icônicos. Como ele se apresenta ao jogador.

• tecnologia: como será o suporte do jogo, físico ou virtual. Tabuleiro, cartas etc.

Percebendo a importância da aprendizagem cinestésica e os elementos de um jogo, a seguir é mostrado o desenvolvimento dos jogos realizados na disciplina de Design e Sustentabilidade.

3. DESENVOLVIMENTO

Para tornar a disciplina de Design e Sustentabilidade mais dinâmica, foram desenvolvidos jogos como estratégia de ensinagem cinestésica, objetivando que os alunos se tornem conscientes da própria atividade. Por outro lado, buscou-se enriquecer o processo de aprendizagem, complementando, exemplificando e apresentando os temas teóricos mostrados em sala de aula por meio das aulas expositivas dialogadas, estudo de texto e cine educação.

Cabe mencionar que a disciplina de Design e Sustentabilidade na UFSC, não é configurada como uma aula de projeto. Trata-se de uma disciplina teórica em que os alunos devem alcançar os seguintes objetivos:

1. Compreender a problemática ambiental;
2. Conhecer o percurso cronológico do novo paradigma ambiental;
3. Conhecer as propostas de novos cenários sustentáeis;
4. Conhecer os princípios do eco-design e da sustentabilidade;
5. Conhecer estratégias de desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis.

A estratégia de ensinagem cinestésica por meio do desenvolvimento do jogo visava colaborar para alcançar os objetivos 1, 2 e 3. Além disso, outras estratégias de ensinagem como: aulas expositivas dialogadas, destinadas a abordar os diversos assuntos; estudos de texto por meio da leitura e comentário no ambiente virtual de livros relacionados e resenhas críticas de filmes. Foram as outras estratégias utilizadas para alcançar os objetivos da disciplina.

3.1. ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS

As orientações para o desenvolvimento de jogos na turma de 2013/1 que contou com 40 alunos foram realizadas em sete ações.

1. Os alunos em equipes de cinco deviam desenvolver um jogo físico sobre design e meio ambiente, poderiam também informar e sensibilizar sobre as problemáticas ambientais e sociais: Água, Alimentação, Energia, Mobilidade, Lixo eletrônico, Consumo, Lixo orgânico, Lixo reciclável, Pobreza, Poluição (eletromagnética, sonora, química etc.), Perda da Biodiversidade e outras problemáticas podiam ser sugeridas pelos alunos.
2. Escolha de uma problemática e pesquisa aprofundada sobre o assunto;
3. Realizar uma análise de jogos, tanto pelo manual como "jogá-los" a fim de levantar as seguintes características:
    a) Dinâmica;
    b) Cores;
    c) Complexidade;
    d) Tempo de jogo;
    e) Número de jogadores;
    f) Tema;
    g) Recursos;
    h) Faixa etária;
    i) Manual.
4. Processo criativo para definir a mecânica, narrativa, estética e a tecnologia;
5. Confecção de modelo do jogo para teste;
6. Desenvolvimento do manual;
7. Apresentação dos jogos.

A turma teve um semestre para trabalhar no desenvolvimento dos jogos e realização das atividades. Os jogos encontrados no mercado

relacionados com ecologia e sustentabilidade que foram analisados e jogados em sala de aula como forma de obtenção de ideias para o desenvolvimento da mecânica dos jogos foram: Eco Fluxx, Recicle, Banco mobiliário sustentável e Jogo da Sustentabilidade. Outros jogos com temas diferentes incluiram: *Robin Hood, The Game of Life* e Colonizadores de Catan.

A turma desenvolveu 8 jogos. A seguir serão mostrados 6 que tiveram as melhores soluções em relação aos objetivos da disciplina.

3.1.1. FOOT PRINT POKER

O objetivo é conhecer a "pegada" ecológica de diversos países e assim ganhar as fichas de aposta dos outros jogadores.

Os componentes do jogo são: 50 cartas, 100 fichas de aposta (20 de cada cor), um dado, uma ficha de cor preta para diferenciar o jogador a iniciar as apostas.

A dinâmica do jogo permite que o jogador conheça a "pegada" ecológica de um país e qual parâmetro é o mais consumido. A figura 1 mostra o jogo *Foot print poker.*

O jogo reutilizou as embalagens de café para serem utilizadas como fichas. Um uso adequado devido à quantidade de embalagens coloridas de alumínio.

É uma ferramenta quantitativa que mede quantos recursos (florestas, pastagens, áreas construídas, estoques pesqueiros, áreas de cultivo, carbono) do meio ambiente são consumidos por uma pessoa, um país ou uma população. Seu cálculo é constantemente atualizado com novos dados sendo responsável a *Global Footprint Network* uma organização sem fins lucrativos.

O jogo se justifica devido aos impactos causados pelo consumo e pela indústria. O consumo representa a demanda sobre o ecossistema através da extração de recursos naturais, geração de lixo e poluição. Fatores como explosão demográfica, diminuição dos recursos naturais, aumento da poluição, desequilíbrios ecológicos e climáticos são assuntos preocupantes para a sociedade.

Figura 1 – Foot print poker

Fonte: Autores

Para o cálculo desse consumo foi criado um indicador chamado de "Pegada Ecológica". O indicador mede o quanto cada pessoa poderia usar dos recursos naturais da Terra, em área, para viver, produzir e consumir. O conceito de Pegada Ecológica foi desenvolvido por Mathis Wackernagel e William Rees na publicação do livro *"Our Ecological Footprint"* em 1992 que sustenta que os recursos naturais são um bem finito.

O planeta possui cerca de 11,4 bilhões de hectares de terra e mar produtivos para fornecer sustento para a população mundial. Se divididos entre 7 bilhões de habitantes, a média é de 1,6 hectares por pessoa. A média nos EUA, por exemplo, chega a 9,6 hectares. O índice ideal teórico, que indica quanto seria necessário para o desenvolvimento equilibrado do planeta, estabelece 1,6 hectares por pessoa. Cada um dos 7 bilhões de habitantes da Terra usa em média uma área de 2,3 hectares. (WACKERNAGEL, REES,1992)

A Terra não acompanha a voracidade do consumo, hoje se consome aproximadamente 27% a mais do que o planeta pode resistir para manter o equilíbrio. O jogo *Foot print poker* mostra que os países mais desenvolvidos tem uma "pegada" maior que a dos menos desenvolvidos.

3.1.2. SOLUCIONA

O objetivo é refletir sobre o consumo e uma vida sustentável. Permite pensar em ideias criativas de design para a solução de problemas relacionados à problemática do consumo.

Componentes do jogo: um tabuleiro, uma ampulheta de 30 seg., 36 cartas *briefing*, 8 peões, oito blocos de anotações, oito lápis. A figura 2 mostra o jogo Soluciona.

Figura 2 –Soluciona

Fonte: Autores

O jogo possibilita que os participantes sugiram ideias mais sustentáveis e permite uma reflexão por meio da ferramenta do *briefing*. Relação com o design e sustentabilidade.

A pesquisa que sustenta o jogo é baseada no termo do economista Thorstein Vebleb criou o termo consumo conspícuo em 1899. Ele identificou pessoas ansiosas para mostrar sua riqueza e poder social por meio de roupas, bens visíveis e, que no Século XX, a produção industrial iniciou um grande crescimento com o desenvolvimento de novos processos produtivos com a introdução do Taylorismo .

Além disso, a criação de crédito de consumo em 1920 inicia um processo de consumo de massa elevado denominado como hiperconsumismo.

Outro fator determinante é o crescimento econômico dos países que passou a ser medido ,em 1948, pelo PIB – Produto Interno Bruto. O indicador contabiliza o que foi produzido internamente em termos de bens e serviços – sem distinção entre o que é benéfico ou não para a sociedade e para o meio ambiente – e serve de instrumento de comparação macroeconômica entre as nações.

Botsman (2011) menciona que em 1932 o pioneiro da publicidade Earnest Elmo cunhou o termo "engenharia do consumo", ou seja, "fazer com que o consumidor consuma o tipo de produto que agora simplesmente utilizamos". O estilo de vida no ocidente adota o padrão do consumo e da renovação incentivada pela publicidade e pela divulgação da obsolescência. da tecnologia e da felicidade. Novos produtos e materiais a base do petróleo como o plástico criaram a cultura do descartável, uma cultura de descarte inconsequente.

Até o fim da década de 1980, muitos produtos ainda eram projetados para durar a vida toda. Uma câmera, uma máquina de escrever era algo que acompanhava um fotógrafo ou um escritor por toda sua carreira.

Para Sudjic (2010):

"Os bens que conservamos durante décadas podem ser considerados espelhos de nossas experiências da passagem do tempo. Agora, nossa relação com os novos bens parece muito mais vazia. A atração de um produto é criada e vendida na base de um olhar que não sobrevive ao contato físico".

E ainda destaca que "O desenho industrial começa a parecer uma forma de cirurgia plástica [...] para criar uma breve ilusão de beleza".

Nos últimos anos, os bens não apenas aumentaram em numero como em tamanho, telas de TV passaram de 28" para 60"(SUDJIC ,2010).

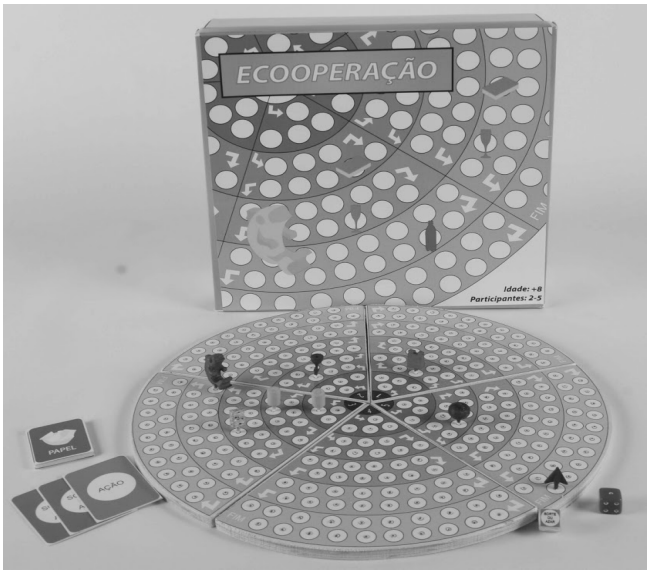
O sociólogo Robert K. Merton aponta duas fontes de consequências não intencionais relevantes para o consumo exagerado: a ignorância e o interesse imediatista (o indivíduo quer um produto ou ação ignorando consequências a longo prazo). Tanto os compradores como os fabricantes se envolvem em uma combinação destes efeitos a medida que eles participam do sistema consumista dos tempos atuais.

A relação do design neste ambiente complexo do comportamento da sociedade atual é tratada de forma leve no jogo para pensar de forma criativa oferecendo soluções mais ecológicas.

3.1.3. ECOOPERAÇÃO

O objetivo do jogo é refletir sobre o lixo que se acumula no oceano. O jogador por meio de cooperação e negociação deve retirar o lixo do centro até a borda avançando no tabuleiro.

Figura 3 – Ecooperação



Fonte: Autores.

Componentes do jogo: um tabuleiro dividido em cinco territórios, cinco peões em forma de peixe, um dado comum, um dado sorte e azar, 30 cartas ação, 25 cartas sorte, 25 cartas azar, duas cartas coringa, 210 cartas de lixo (35 para cada tipo de lixo – vidro, plástico, papel, orgânico, não reciclável, metal), 130 unidades de lixo (30 peões que simbolizam seis tipos de lixo). A figura 3 mostra o jogo Ecooperação.

O jogo permite que o jogador perceba a quantidade de lixo existente no oceano e a necessidade de um trabalho de cooperação para solucionar o problema.

Durante a pesquisa foi levantado que países industrializados estão começando a enfrentar as consequências do rápido desenvolvimento das últimas décadas. A grande difusão de bens de consumo e o encurtamento de vida do produto deram lugar a uma quantidade crescente de produtos usados que são descartados.

"O Lixão do Pacifico", mostra uma área no oceano Pacífico norte onde correntes marítimas em forma de espiral concentram duas imensas áreas de lixos plásticos, estimado no tamanho dos estados Brasileiros de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Goiás juntos e com uma profundidade de, aproximadamente, dez metros.

O jogo permite entender o filme "Viciados em Plástico - Ascensão e queda de um milagre moderno", (CONNACHER, Canadá, 2008) que mostra a realidade dos efeitos do plástico no oceano e as consequências nos animais que vivem nesse habitat.

3.1.4.LINCE LIXO

O objetivo é informar ao jogador detalhes sobre a correta identificação do lixo para um descarte adequado. A Figura 4 mostra o jogo:

Figura 4 – Lince Lixo

Fonte: Autores.

Componentes do jogo: um tabuleiro, uma ampulheta, 75 cartões (distribuídos em: nove perigosos, sete plásticos, 16 rejeitos, sete papel, sete orgânicos, oito eletrônicos, dez metais, seis vidros, e cinco madeiras), 450 mini cartões em quatro cores (50 cartões para nove tipos de lixo).

O jogo usa a analogia de fácil compreensão podendo ser jogado por adultos e crianças a partir dos oito anos.

Durante a pesquisa o grupo identificou

que, atualmente, a produção anual de lixo do planeta é de aproximadamente 400 milhões de toneladas. O Brasil produz aproximadamente 240 mil toneladas de lixo por dia, a maior parte vai para lixões e aterros sanitários.

O lixo reciclável na maioria das vezes não é separado de forma adequada e é descartado provocando poluição, problemas sanitários e de contaminação. Em diversos países faltam aterros e causa a exportação de lixo.

3.1.4. FAST OR GREEN

Tem como objetivo completar todas as medidas sustentáveis de uma empresa e , assim, chegar ao fim do jogo com mais pontos. Para uma medida sustentável ser completada o peão deve dar uma volta completa no tabuleiro e retornar a empresa.

Componentes do jogo: um tabuleiro, 15 peões (três de cada cor), um dado, 48 cartas (24 verdes e 24 vermelhas). A Figura 5 mostra o jogo Fast or green.

Figura 5 – Fast or Green

Fonte: Autores.

O jogo também é de fácil compreensão e pode ser jogado por crianças. Por meio de diversas situações o jogador pode encontrar no caminho problemas que os fazem demorar em completar o jogo ou se deparar com soluções sustentáveis para avançar rapidamente.

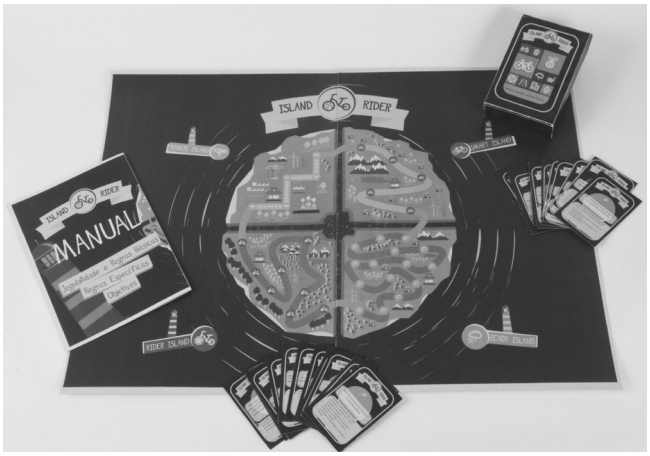
É importante conhecer que a poluição implica em prejudicar o meio ambiente e à saúde. Abrange a contaminação por parte da queima de combustíveis, uso de pesticidas, uso de produtos tóxicos em produtos e alimentos, etc.

Os impactos à saúde humana e ao meio ambiente estão vinculados ao consumo e acontecem ao longo do ciclo de vida dos produtos, indústrias, alimentos, entre outros que estão inseridos na sociedade. Além destes também considera as contaminações dadas por substancias químicas nocivas ou em excesso que afetam o ecossistema.

3.1.6. ISLAND RIDER

Visa sensibilizar jovens de 11 a 18 anos por meio de um jogo de tabuleiro sobre os benefícios da bicicleta através da interação, diversão e competitividade. Busca enfatizar a sustentabilidade que envolve a utilização das bicicletas em um sistema urbano. A Figura 5 mostra o jogo.

Figura 6 – Island rider



Fonte: Autores.

Possui tabuleiro de papel de tamanho A2, 40 CARTAS de papel com dimensões - 9 cm x 6 cm e quatro avatares de papel.

Os veículos consomem enormes quantidades de recursos na sua fabricação e utilizam muito espaço. (THACKARA, 2008) O jogo faz questionamentos como "Quantas pessoas percebem que 1h de mobilidade por dia ao longo de um ano de trabalho totaliza um período de

5 a 6 semanas em que poderia ter tirado de férias?"

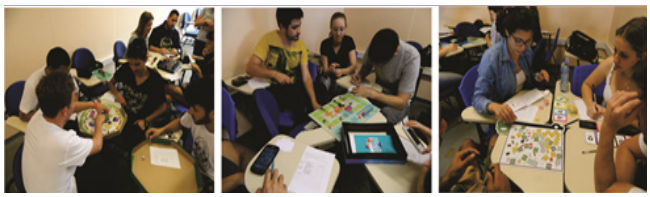
Congestionamentos, poluição sonora, lixo, poluição do ar fazem do CO_2 um dos vilões do efeito estufa. Mais de ¼ da emissão é gerada pelo setor de transportes rodoviário, marítimo e aéreo.

O jogo defende o uso de bicicleta para percursos de pouca distância e o conhecimento das vantagens físicas e ecológicas desse meio de transporte.

4. APLICAÇÃO DOS JOGOS

Os protótipos dos jogos foram aplicados com a turma de 2013/2 da disciplina de design e sustentabilidade, os alunos deviam responder um questionário. O objetivo foi levantar as qualidades e problemas do material para otimizar os jogos e poder aplicar como estratégia de ensinagem com outras turmas e em escolas do ensino fundamental e médio. Os itens avaliados no questionário foram: aparência do jogo (estética, acabamento); manual (clareza da informação, regras, qualidade gráfica); relação com a disciplina (narrativa, desafio compatível); mecânica (dinâmica adequada, engajamento do jogador, tecnologia adequada). Os alunos não precisavam se identificar e podiam fazer comentários ao final do questionário. A Figura 6 mostra os alunos jogando e avaliando os jogos.

Figura 6 - Alunos jogando

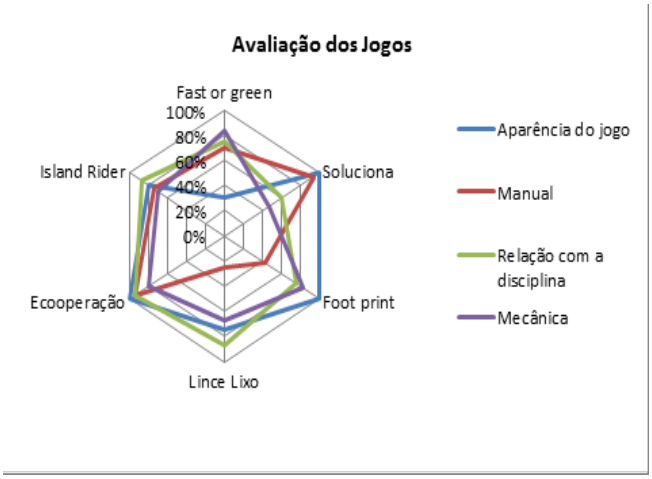


Fonte: Autores.

A turma de 2013/2 contava com 32 alunos, os mesmos avaliaram os jogos e preencheram os questionários. Percebeu-se que a estratégia foi bem recebida, houve descontração e ânimo para participar da atividade. Muitos jogaram sem concluir a leitura do manual (um comportamento normal, a preferência da tentativa e erro), alguns jogos foram curtos e puderam ser jogados por vários grupos, já outros jogos ocuparam o total da aula (3horas).

A tabulação do resultado dos questionários se encontra no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Avaliação dos Jogos



Fonte: Desconhecida.

Pelo gráfico pode-se perceber que no quesito da aparência dos jogos, Ecooperação, Soluciona e *Foot Print* tiveram a maior pontuação; no quesito manual, Ecooperação e Soluciona tiveram maior clareza e qualidade gráfica; na relação com a disciplina, todos os jogos atenderam, porém, nos comentários sobre a narrativa e desafios o jogo *Foot Print* foi a necessidade de ser mais bem explicados (muitos jogadores nunca tiveram contato com o jogo de poker); no quesito da mecânica, Lince Lixo e *Fast or Green* precisam otimizar a tecnologia.

Pelas avaliações da turma que desenvolveu os jogos e da turma que jogou, foi possível elaborar a estratégia de ensino cinestésico: desenvolvimento de jogo ou aplicação de jogo em sala de aula. O Quadro 1 mostra de forma esquemática a descrição da estratégia, os domínios da aprendizagem envolvidos, a dinâmica da atividade e uma forma de avaliação por parte do professor.

Em relação aos domínios de aprendizagem foram alcançados no domínio cognitivo: conhecimento (definir e identificar conceitos); compreensão (ilustrar situações e realidades,

traduzir por meio de analogias e fatos concretos); aplicação (aplicar conceitos em situação prática); síntese (resumir um assunto de forma simples); avaliação (decidir os caminhos mais sustentáveis).

Quadro 1 – Estratégia de ensinagem cinestésica: jogos

DESCRIÇÃO	Abrange o desenvolvimento de jogos e aplicação de jogos em sala de aula
DOMÍNIOS DA APRENDIZAGEM	Domínio Cognitivo: Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Síntese Avaliação; Domínio Afetivo: Receptividade, Resposta, Valorização, Organização, Caracterização de um valor; Domínio psicomotor: distinguir e comunicar
DINÂMICA DA ATIVIDADE	**Para desenvolver um jogo** 1. O professor deve dividir os alunos em grupos de três ou mais; 2. Passar o tema do jogo a ser desenvolvido 3. Realizar uma análise de jogos 4.Processo criativo para definir a mecânica, narrativa, estética e a tecnologia. 5. Confecção de modelo do jogo para teste. 6. Desenvolvimento do manual. 7. Apresentação dos jogos. **Jogo aplicado em sala de aula** 1. Escolher jogos relacionados com os temas tratados em aula; 2. Dividir os alunos em grupos de três ou mais (dependendo do jogo) 3. Explicar o jogo a ser jogado (manual) 4. Jogar 4. Relatar a experiência
AVALIAÇÃO	Da participação oral de apresentação do jogo (quando desenvolvido) Da participação no jogo e exposição da experiência em termos de conteúdos apreendidos. Aplicação de questionário ou relato oral ou impresso

Fonte: Adaptado de Anastasiou (2006, p.79; GIL, 2008 p. 46-47)

Já no domino Afetivo: receptividade (perceber os problemas ambientais); resposta (acompanhar a dinâmica do jogo); valorização (reconhecer a complexidade da sustentabilidade, aceitar soluções pequenas como contribuição para solucionar problemas complexos); organização (desenvolver um jogo, discutir assuntos da disciplina); caracterização de um valor (revisar os pensamentos a partir dos temas tratados nos jogos).

E, por último o domínio psicomotor, onde além dos movimentos reflexos e básicos, a estratégia atende as habilidades perceptivas: distinguir formas de sintetizar a informação, uso de cores e formas análogas e comunicação não discursivas desde expressões faciais até comunicação pelas ações feitas durante o jogo.

5. CONCLUSÃO

O papel do professor no ensino superior de design é de formar pessoas, prepará-las para a vida, cidadania, treiná-las como agentes éticos e responsáveis do progresso social e ambiental. O professor deve mobilizar um conjunto de recursos e estratégias para ser o mediador desse processo de ensino-aprendizagem. No contexto educacional, os jogos são vistos como estratégias que facilitam a aprendizagem. Dessa forma, o artigo apresentou um recurso para o professor de disciplinas com abordagem ambiental e social relacionada ao design. O desenvolvimento de jogos que abordam temas da disciplina e a aplicação dos mesmos oferece uma alternativa pedagógica adequada. O artigo relatou uma experiência positiva aplicando a estratégia de ensinagem cinestésica por meio de jogos de sustentabilidade no curso de Design da UFSC. Os materiais desenvolvidos após a avaliação foram melhorados e posteriormente aplicados com outras turmas.

Finalmente, cabe salientar que a estratégia de ensino por meio de jogos não deve ser a única estratégia em sala de aula, cabe ao professor utilizar diversas estratégias para que o processo de ensino-aprendizagem seja eficiente.

6. REFERÊNCIAS

ALVAREZ-BALLESTERO, María Esmeralda. Exercitando as inteligências múltiplas: Dinâmicas de grupo fáceis e rápidas para o ensino superior. São Paulo: Papirus Editora, 2004.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. Ensinar, aprender, apreender e processos de ensinagem. In. Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. / organizado por ANASTASIOU e ALVES. 6. ed.- Joinville, SC: UNIVILLE, 2006.

BOTSMAN, Rachel; ROGERS, Roo. O que é meu é seu como o consumo colaborativo vai mudar o nosso mundo. Porto Alegre. Bookman. 2011.

CASTANHO, Maria Eugênia. Sobre professores marcantes. In Temas e textos em metodologia do ensino superior. Organizado por CASTANHO, Sergio e CASTANHO, Maria Eugenia. Papirus Editora, 83-102 pp. 2001.

COSTA, Iara Andrade; DE PESCE, Marly Krüger.

Inovação metodológica para além do recurso tecnológico. In. Revista Univille. Universidade da Região de Joinville. V.13, n.1 (2008).-Joinville, SC: Univille, 2003.

DAMASCENO, Ana Maria; MERCADO, Luís Paulo; ABREU de, Nitecy Gonçalves. Formando professor pesquisador do ensino médio. Maceió: EDUFAL, 2007.

FROMBERG, Doris Pronin. Play and Meaning in Early Childhood Education. Ed. Allyn and Bacon, 2002.

GIL, Antônio Carlos. Didática do ensino superior. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

_____. Metodologia do ensino superior. São Paulo: Atlas, 2008.

HUIZINGA, Johan. Homo Ludens. Portugal: Edições 70. 2003

PERRENOUD, Philippe. A prática reflexiva no ofício do professor. Profissionalização e Razão pedagógica. Porto Alegre: Editora Artmed, 2002.

SCHELL, Jesse. A arte do game design. Rio de Janeiro: Editora Campus/Elsevier. 2010.

SUDJIC, Deyan. A linguagem das coisas. Intrínseca. Rio de Janeiro, 2010.

THACKARA, J. Plano B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo. São Paulo: Saraiva: Versar, 2008.

TEIXEIRA, Gilberto. Elaboração de objetivos educacionais no ensino superior. In: Ser professor universitário, 2006. (http://www.serprofessoruniversitario.pro.br)

DESIGN GRÁFICO E SUSTENTABILIDADE: UMA REFLEXÃO

Giorgio Gilwan, MSc. (UNIVALI); Marco Aurélio Petrelli, MSc. (UNIVALI); Marília Matos Gonçalves, Dra. (UFSC)

PALAVRAS CHAVE
Projeto, Conservação, Meio ambiente.
KEY WORDS
Project, Preservation, Environment

RESUMO

O desenvolvimento sustentável contempla a economia, a sociedade, a política, a ciência e a tecnologia em uma visão sistêmica. O estudo aborda reflexões sobre o trabalho do design gráfico e desenvolvimento sustentável. Optou-se pela metodologia qualitativa com abordagem descritiva e exploratória. Os dados obtidos orientam para a busca de informações sobre o uso adequado de materiais e processos que possam minimizar os impactos da degradação do meio ambiente e contribuir para a conservação dos recursos naturais.

ABSTRACT

The sustainable development considers economics, society, politics, science and technology under a systematic view. The paper analyses reflections about the work of graphic design and sustainable development. Qualitative methodology with both descriptive and exploratory approach has been chosen. The data they got take to a search for information about the right use of materials and processes able to minimize the impact of degradation of environment and to contribute with preservation of natural resources.

1. INTRODUÇÃO

A economia do mundo contemporâneo deve pautar-se em padrões econômicos que partilham o desafio de planejar e fomentar o crescimento econômico, visando o controle do meio ambiente, evitando, assim, acelerar seu esgotamento por meio da aplicação de padrões sustentáveis em longo prazo. Os estudos dos pesquisadores destas questões comprovam a incapacidade do planeta em absorver as descargas do modelo econômico, sendo facilmente percebido através do aquecimento da atmosfera (Efeito Estufa), da desertificação e empobrecimento do solo, da destruição da camada de ozônio, da poluição dos recursos hídricos e da perda da biodiversidade.

Diante destes fatos, acentuou-se a busca pelo chamado "desenvolvimento sustentável", isto é, um modelo de desenvolvimento que garanta aos processos produtivos o uso destes recursos de maneira compatível com a conservação ambiental, visto que o uso racional dos recursos naturais é de interesse de toda a coletividade.

Acredita-se que, dentro deste contexto, o design pode ser um instrumento de conexão no campo das tecnologias limpas, com aquilo que é necessário para o uso racional dos recursos naturais.

Este estudo aborda reflexões sobre o trabalho do design gráfico com foco no desenvolvimento sustentável. A metodologia utilizada alicerça-se na proposta do método qualitativo, com abordagem descritiva e exploratória. Antes de entrar diretamente no tema central do estudo, se faz necessário conhecer o que é desenvolvimento e o que é sustentabilidade.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento se identifica como o processo material que espontaneamente levaria à melhoria dos padrões de vida. "Embora não se resuma ao aumento da renda per capita, pode ser definido pela combinação do crescimento com a distribuição de renda" (VEIGA, 2005, p. 42). Esta questão é bastante debatida entre os analistas e economistas, sobre seus princípios determinantes, sendo o Produto Interno Bruto per capita, apenas um indicador tradicional.

O desenvolvimento foi acelerado com a revolução industrial e com o crescimento dos conhecimentos científicos e tecnológicos, sendo uma consequência natural do crescimento econômico. Este, por sua vez, ocasiona algumas transformações que afetam diretamente o meio ambiente, trazendo riscos para todos os seres, inclusive, para a própria vida humana.

Brown (2003, p. 4) comenta que "[...] a economia está em conflito com o ecossistema existente". Talvez a economia cause maior impacto no meio ambiente, pois é ela que gera renda, e, por conseguinte, atua em várias direções, por exemplo, na melhoria da saúde, educação, condições adequadas de moradia, lazer e na melhor qualidade ambiental.

Deve-se observar, entretanto, de que forma a renda é gerada. Brown (2003), em seu estudo, fala que os economistas não mensuram os recursos naturais por considerá-los abundantes. Essa não é uma realidade, já que, com a utilização acelerada dos recursos, observa-se que estes são finitos, e, que a exaustão pode causar a extinção da vida na terra, através, por exemplo, do esgotamento da água potável.

Segundo a Agenda 21 Brasileira, discutida no Encontro Regional Sul, do Ministério do Meio Ambiente (BRASÍLIA, 2001), sabe-se que as mudanças nos paradigmas técnicos e econômicos influenciam o comportamento de toda a economia, salientando-se entre elas: o surgimento de novos modelos de organização das marcas e da indústria; novas configurações do trabalho; novos produtos, com ciclos de vida cada vez mais curtos; novas tendências em inovações radicais e incrementais; novo padrão de localização dos investimentos visando o aumento da economia externa.

De acordo com este documento, entende-se que o desenvolvimento sustentável é um conceito em construção, e seu ponto de partida foi o compromisso político internacional com

um modelo de desenvolvimento que contabilize as necessidades de crescimento com a redução da pobreza e a conservação ambiental. O principal desafio da economia é a capacidade de propiciar às futuras gerações condições satisfatórias de qualidade de vida.

3. SUSTENTABILIDADE

A discussão sobre a sustentabilidade em qualquer lugar do planeta é muito abrangente, uma vez que a eterna preocupação com a manutenção dos recursos naturais, para a própria perpetuação das espécies, é um fator que estimula intensos debates na sociedade contemporânea, por conta de uma solução difícil de ser conseguida sem o envolvimento dos governos e da própria conscientização dos cidadãos.

O alerta mundial, feito pelos cientistas e organizações da sociedade civil, sobre a gravidade dos problemas sócio-ambientais, não é difundido somente entre os ambientalistas e nas conferências mundiais, mas está diariamente nos principais meios de comunicação, em que é noticiada a depredação e o esgotamento de ecossistemas necessários para a manutenção da vida em determinadas regiões. A responsabilidade pelo desenvolvimento sustentável é de todos: consumidores, fornecedores, funcionários, empresários, governo, ambientalistas e a sociedade em geral.

Resgatando-se a história, percebe-se que as discussões sobre o desenvolvimento sustentável surgem no final da década de 1960 e meados da década de 1970, com estudos da ONU (Organização das Nações Unidas) sobre as profundas mudanças climáticas que estavam ocorrendo no planeta. Foi criado um organismo denominado Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (SILVA, 2006, p. 123). Como resultado de muitas conferências entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos, surgem questionamentos sobre a promoção do desenvolvimento, sempre balizados em uma nova concepção de desenvolvimento decorrente da escassez dos recursos.

Tais questionamentos proporcionaram o surgimento do conceito de ecodesenvolvimento, que é o processo criativo de transformação do meio com a ajuda de técnicas ecologicamente prudentes, concebidas em função das potencialidades desse meio, impedindo o desperdício dos recursos, e cuidando para que estes sejam empregados na satisfação das necessidades de todos os membros da sociedade, dada a diversidade dos meios naturais e dos contextos culturais (SILVA, 2006, p. 125).

Em 1987, a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da ONU, na Noruega, elaborou um documento chamado "Nosso Futuro Comum", também conhecido como Relatório de Brundhtland. Este relatório, em 1987, apresentou a preocupação com o impacto da atividade econômica no meio ambiente, relacionando-se, também, com a qualidade de vida e bem-estar da sociedade, tanto presente quanto futura.

Verifica-se, portanto, que a base na qual se apóia a idéia de Desenvolvimento Sustentável formou-se com a tríade: atividade econômica, meio ambiente e bem-estar da sociedade. Gerando, assim, o conceito de Desenvolvimento Sustentável, qual seja: processo evolutivo que se traduz no crescimento da economia, na melhoria da qualidade do ambiente e da sociedade para benefício das gerações presente e futura.

É nesse ambiente que o design gráfico pode exercitar um importante desempenho de diálogo de comunicação e de colaboração.

4. DESIGN

Em seu discurso a respeito da atuação do design como um diferencial competitivo, Santos (2005) propõe duas situações para a atuação do design. Primeiramente, sob a ótica do design operacional, sua responsabilidade no tocante ao desenvolvimento de produtos, concebendo conceitos e tangibilizando suas ideias. Ao atuar de maneira estratégica, ao design a responsabilidade de construir relações entre as diversas variáveis relacionadas: a) Mercado: estabelecendo a relação entre as necessidades de seus clientes a partir da compreensão de seu

contexto; b) Processo: responsabilizando-se pelo controle das dinâmicas envolvidas (controle de cronograma, técnicas e ferramentas, recursos humanos, insumos, processos fabris, e etc.). Identificam-se nas palavras do autor, perfis diferenciados, porem complementares, para a atuação profissional, estabelecendo uma relação interdependente entre execução e controle, do operacional ao estratégico, evidenciando a estratégia com base no design.

Ao elevar o design ao patamar estratégico de uma empresa, Mozota (2006) identifica uma prática fundamentada em quatro princípios que, ao atuarem em conjunto, reforçam os atributos de um produto e, consequentemente, de uma marca. O design, segundo a visão do autor, deve atuar como um elemento de diferenciação e, desta maneira, proporcionar vantagem competitiva de mercado através do valor de marca, proporcionando maior lealdade dos clientes e, consequentemente, preços mais competitivos.

Ao atuar como integrador, o design possibilita o incremento ao processo de desenvolvimento de novos produtos agindo de maneira interdisciplinar e considerando diversas variáveis e atores para sua realização. Ao considerar o design como um elemento de transformação, o mesmo autor considera que a sua atuação pode criar oportunidades de novos negócios, melhorando a habilidade da corporação para lidar com mudanças e, consequentemente, melhorando a resposta às nuances de competitividade.

Por fim, ao compreender o design como um bom negócio, Mozota (2006) identifica seu grande potencial como fonte para o aumento de vendas e margens de lucro, proporcionando maior valor de marca, participação de mercado e melhor retorno sobre investimento.

5. O DESIGN E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Silva (2006, p.154) expõe seu conceito de desenvolvimento sustentável como "[...] um processo de transformação que ocorre de forma harmoniosa nas dimensões espacial, social, ambiental, cultural e econômica, a partir do individual para o global". Tal conceituação exprime que as ações humanas não devem intervir nos ciclos naturais da terra a fim de evitar irreversíveis fenômenos de degradação ambiental.

Na visão de Manzini e Vezzolli (2005, p.30), para serem consideradas sustentáveis, as ações humanas devem responder aos seguintes requisitos:

• basear-se fundamentalmente em recursos renováveis, garantindo, ao mesmo tempo, otimizar o emprego dos recursos não renováveis (compreendidos como ar, água e o território);

• não acumular lixo que o ecossistema não seja capaz de reutilizar, isto é, fazer retornar às substâncias minerais orgânicas, e, não menos importante, às suas concentrações originais;

• agir de modo com que cada indivíduo e cada comunidade das sociedades "ricas" permaneça nos limites de seu espaço ambiental, bem como que cada indivíduo e cada comunidade das sociedades "pobres" possa efetivamente gozar do espaço ambiental ao qual potencialmente têm direito.

O sistema de produção das indústrias contemporâneas está distante deste panorama e os dados alarmantes levantados pelos cientistas, os quais frisamos anteriormente, deixam claro que o esforço para aproximar-se da sustentabilidade deverá articular ações fundamentais de cada setor das atividades humanas.

O atual modelo de desenvolvimento na perspectiva da sustentabilidade é questionado. Percebe-se isto claramente na afirmação dos autores Manzini e Vezzolli (2005, p. 31):

> Nos próximos decênios, devemos ser capazes de passar de uma sociedade em que o bem-estar e a saúde econômica que hoje são medidas em termo de crescimento da produção e do consumo de matéria-prima, para uma sociedade em que seja possível viver melhor consumindo (muito) menos e desenvolver a economia reduzindo a produção de produto materiais.

Quando estas mudanças vão acontecer? É difícil prever, mas todos devem ser conscientes que precisam contribuir para minimizar os riscos e evitar a catástrofe ambiental. A responsabilidade pela sustentabilidade, apesar de ser de todos, pode, também, partir de objetivos individuais, que se consolidam a favor de toda uma coletividade.

O designer, em particular, e as empresas devem articular os objetivos da sustentabilidade na metodologia projetual, para que os processos produtivos, com inovações e tecnologias adequadas, sejam baseados no uso dos materiais, da energia e nos cuidados com os resíduos e o lixo. Sob este enfoque, constata-se que o desafio das atividades do designer é grande: inovar as tecnologias e os processos, mantendo o real valor do produto desejado pelo usuário.

"O design para a sustentabilidade pode ser reconhecido como uma espécie de design estratégico, ou seja, o projeto de estratégias aplicadas pelas empresas que se impuseram seriamente à prospectiva da sustentabilidade ambiental" (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p. 23). Este profissional se apóia nas atividades econômicas, no meio ambiente e no bem-estar da sociedade, considerando o ciclo total da vida dos produtos e serviços.

A iniciativa destes profissionais e das empresas pode estabelecer uma ligação entre design e as questões ambientais de maneira equilibrada entre produção-consumo e meio ambiente. Entretanto, estes procedimentos envolvem uma mudança do pensamento mecanicista para o sistêmico e de um sistema de valores baseado na dominação para um sistema baseado na parceria, na qual será necessária a redefinição de papéis dos diversos atores e das novas posturas para integração dos requisitos ambientais nas fases de desenvolvimento do produto ou das embalagens.

Frisa-se que muitos profissionais ainda não estão preparados para entender e aplicar, na prática de suas atividades profissionais, os procedimentos necessários para a preservação ambiental. O design desenvolveu-se junto à sociedade industrial, desvinculado do entendimento das necessidades humanas básicas com o funcionamento dos ecossistemas naturais. Tanto os designers como os consumidores necessitam ter mais acesso às informações.

O design tem muitos conceitos, mas todos indicam que sua principal responsabilidade está em projetar para melhorar as condições humanas. "Fora do contexto social, o design não existe" (KUNPER, 1995, p. 18). O design, portanto, é uma atividade intrinsecamente ligada ao homem.

Manzini e Vezzoli (2005, p. 23) definem a metodologia *Life Cicle Design,* ligada ao ciclo da vida, como uma maneira de conceber produtos, tendo como objetivo, durante todas as fases de projeto, que sejam consideradas as possíveis implicações ambientais em todas as etapas do próprio ciclo de vida do produto (pré-produção, produto, distribuição, uso e descarte), buscando, assim, minimizar todos os efeitos negativos possíveis.

Contextualizando a visão do autor, o Life Cicle Design e o design para a sustentabilidade, são duas atividades complementares para o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis, porque as características estratégicas do design permitem que a metodologia projetual considere em todas as suas etapas os impactos no meio ambiente e a geração de novos produtos e serviços sustentáveis.

Papanek (1995), em seu trabalho sobre o poder do design em face da crise sócio-ambiental, condizendo com o autor acima citado, declara que o design deve ser a ponte entre as necessidades humanas, cultura e ecologia, intervindo nos seus ciclos de emissão de poluição referentes à sua atividade profissional: na escolha do material, no processo produtivo, na embalagem, no produto final, no transporte do produto e no seu descarte.

Na visão de Whieley (1993), uma das maiores frustrações para os designers, que realmente querem trabalhar ecologicamente, é a escolha do material e processos tecnológicos, visto que estes se deparam com a dificuldade de encontrar informações sobre materiais, processos de produção e consumo de energia, e, quando encontram, normalmente, são difíceis de compreender e interpretar.

Em relação ao processo produtivo, o questionamento que se faz é em relação à organização da produção, principalmente no que se refere à redução dos recursos energéticos e com a maneira que se dará o descarte da produção de lixos e resíduos, uma das estratégias do design é pensar na fase do desenvolvimento do produto em embalagens que possam ser revitalizadas ou recicladas, uma vez que a crescente descartabilidade das embalagens de produtos aumenta a carga de materiais poluentes. Como conseqüência, a diminuição de embalagens no meio ambiente reduzirá consideravelmente o impacto ambiental (MANZINI; VEZOLLI, 2002).

O designer gráfico pode trocar o uso do papel branco pelo reciclável, o que demanda na diminuição do corte de mais árvores; nas emissões de gases como metano e gás carbônico; nas agressões ao solo; as águas e outros; assim, mesmo que os processos de reciclagem provoquem seus próprios impactos ambientais através do transporte, consumo de energia, os danos ao meio ambiente são menores.

Manzini e Vezolli (2002) advertem que deve ser evitado o papel tratado com substâncias como o cloro, dificilmente filtráveis pelas águas de refluxo dos processos de produção, trazendo como sugestão, os branqueadores alternativos ao cloro: o ozônio industrial e o oxigênio. Entretanto, são taxativos: o uso do papel reciclado é, realmente, mais recomendável.

O designer deve ter o conhecimento dos aditivos e acabamentos que causam emissões tóxicas e danosas, tais como: compostos de toluenos nos produtos e vernizes, CFC nos sistemas que transformam o plástico em espumo e na retirada de gordura dos materiais. Já o designer gráfico em seus trabalhos pode utilizar processos menos poluentes, com redução da emissão de COV (compostos orgânicos voláteis), como podemos exemplificar o processo que utiliza as tintas para off-set à base de óleo de soja e flexografia à base de água.

Papanek (1995, p. 40) também sugere as tintas à base de óleos vegetais, especificamente as produzidas com soja, que considera uma alternativa eficaz na composição de tintas de impressão para embalagens, visto que o chumbo, o mercúrio, o cromo, o cádmio, o berílio e o vanádio, compostos químicos cancerígenos e neurotóxicos, apresentando-se com uma ameaça à poluição da água e a saúde conseqüentemente.

O uso da flexografia nos processos gráficos favorece uma melhor resolução de tintas líquidas altamente secativas à base de água, posto que tais tintas diminuem a poluição e o forte cheiro dos solventes, além de possuírem baixos teores metais pesados como chumbo, mercúrio, arsênio, etc. Acrescenta-se que os processos à base de água também são mais indicados para embalagens de alimentos, brinquedos e outros produtos.

Extrai-se dos ensinamentos de diversos autores que são muitas as ações do designer gráfico para uma produção mais limpa, que devem ser inseridas para ajudar todos os setores produtivos em suas atividades dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável. Estes profissionais bem com as empresas estão cientes que devem assumir condutas e procedimentos que vão melhorar de forma continuada o desempenho ambiental de seus projetos. Além de terem conhecimento que uma parte considerável da sociedade está cada vez mais atenta aos modernos requisitos de proteção ambiental, procurando, sempre, por produtos e serviços que motivem a existência de padrões de sustentabilidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o desenvolvimento sustentável é um processo político participativo que integra a sustentabilidade econômica, ambiental, espacial, social e cultural, seja estas coletivas ou individuais, com um só objetivo: o alcance e a manutenção da qualidade de vida, em que as ações humanas voltadas para a produção sem destruir o meio ambiente, correspondem a um desenvolvimento sustentável.

Sob este enfoque, o designer assume um papel importante, não se ocupando somente de características éticas formais, mas interferindo e resolvendo problemas de caráter tecnológico,

buscando, sobretudo, novas formas de reciclar e reutilizar os materiais, além de elaborar soluções tecnológicas compatíveis com a preservação do meio ambiente.

Tais soluções tecnológicas se refletem, principalmente, na utilização de materiais que não degradem a natureza, que busque na reciclagem um novo incentivo para a criação de produtos e elaboração de embalagens.

Os designers, para a sustentabilidade, devem apoiar as atividades econômicas considerando o ciclo de vida dos produtos e serviços. A sua colaboração se efetiva no controle do uso dos materiais e nas técnicas de produção, em todas as fases do desenvolvimento da metodologia projetual, considerando as possíveis implicações ambientais ligadas a cada fase do processo de criação e de comunicação visual, buscando, assim, diminuir todos os efeitos negativos para o ambiente e contribuir para o desenvolvimento econômico, porém, sustentável.

7. REFERÊNCIAS

BARBOSA, João Caros Lutz. ECO-DESIGN. Congresso Internacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília: 2002. Anais, V Congresso Internacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Design 2002. Rio de Janeiro: Aend, Br, 2002, CD-ROM.

BROWN, Lester. Eco-economia para a Terra. Salvador: UMA, 2003, p. 268. Disponível em: http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes_meio_ambiente/guia_ambiental_seto rgrafico. Acesso em 03/03/2007.

COMISSÃO MUNDIAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Agenda 21. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 1992. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br. Acesso em: 02/03/2007.

FLORES, M. et al. Desenvolvimento Territorial Rural: Uma Proposta de Estudo para Apoio à Formulação de Políticas Públicas. In: SEBRAE (Org.). Brasília: Relume Dumará, 2009. p. 157-177.

FRANZOI, L. Diretrizes para um programa de gestão de design com foco em produtos alimentícios de grupos produtivos familiares: a ótica do consumidor e do design. Dissertação de Mestrado Pós-Graduação em Design e Expressão Gráfica - Pós-design. UFSC. Florianópolis, 2009.

MANZIN, E. Limites e Possibilidades do Eco-design. Design & Interiores. Ano 4, n.º 22. São Paulo: 1992.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Diaz. A contribuição da gestão de design em grupos produtivos de pequeno porte no setor da maricultura: O caso AMPROSUL. Dissertação (Mestrado em Design e Expressão Gráfica) - Departamento de Expressão Gráfica, UFSC: Florianópolis, 2010.

MOZOTA, B. B. The Four Powers of Design: A Value Model in Design Management. Design Management Review, Boston, v. 17, n. 2, p. 44-54, Spring 2006.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. São Paulo: Edusp, 2002.

MENDES, Marina Ceccato. Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/matxt_2.htmal. Acesso em: 02/03/2007.

O Valor do Design. Disponível em: http://www.comunicarte.com.br/design 10/cen_valor.html. Acesso em: 03/03/2007.

PAPANEK, Victor. Desing for the Real World: Human Ecology and Social Change. Thames and Hudson, Second Edition, London, 1984.

_____. Arquitetura e Design. Londres: Edições 70, 1995.

SACHS, Ignacy. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SILVA, Cristian. Desenvolvimento Sustentável. Um modelo analítico integrado e adaptativo. Rio de Janeiro: Vozes, 2006.

VEIGA, José Eli da. Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

GESTÃO DE MARCAS VERDES NO SETOR HOTELEIRO

Paula Felipe Schlemper, Dra. (IFB); Jackeline do Socorro Benassuly Barbosa, MSc. (IFB); Marcely Ferrreira Nascimento, MSc. (IFB)

PALAVRAS-CHAVE
Gestão de marcas, marcas verdes, sustentabilidade

RESUMO

A incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo, sugere que as organizações incorporem práticas de gestão sustentável nos seus negócios, de forma a conciliar o crescimento econômico com as questões ambientais e sociais. As exigências de diferentes perfis de clientes a todo o momento, força o setor hoteleiro a se transformar para implementar no cerne das operações hoteleiras, os três principais pilares da sustentabilidade: o econômico, o social e o ambiental, visando a redução de riscos, redução de custos, aumento das receitas e fortalecimento da marca. O presente artigo tem como proposta ampliar os conhecimentos acerca da gestão de marcas verdes no setor hoteleiro. O estudo aborda aspectos teóricos sobretudo acerca do turismo sustentável e da gestão de marcas verdes, além de um estudo de campo da gestão de marcas verdes no setor hoteleiro de Brasília.

1. INTRODUÇÃO

A marca atualmente pode ser compreendida como uma imagem visual coesa e consistente que pode ser usada para dar a empresa um estilo, uma imagem e uma personalidade. Nesse sentido, pode-se definir a gestão de marcas (*branding*) como o processo de luta contínua entre empresas e consumidores para definir a promessa e o significado das marcas (HEALEY, 2008), e a gestão de marcas verdes (*green branding*), por sua vez, pode ser compreendida como o processo de gestão de marcas que "ligando o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, faz nascer novas propostas que sejam social e culturalmente apreciáveis" (MANZINI; VEZZOLI, 2002, p. 20).

Devido a elevada semelhança das características técnicas do produto, o branding encontra-se em crescente ascensão por contribuir nesse processo de diferenciação da concorrência e criação do valor de marca (Bürdek, 2006). Dessa forma, além das vendas e do *market share,* as empresas tem trabalhado para obter valor de marca, zelando pelos valores funcionais e emocionais, que prometem uma experiência única da marca. Este é um processo contínuo, que exige constante preocupação acerca de todos

os fatores de promoção de experiências para os consumidores que corroboram para a percepção de uma imagem de marca forte e duradoura, afinal "a marca é qualquer ponto de contato e qualquer ideia que um cliente forma sobre ela" (Calkins, 2006, p. 6).

Paralelamente a essa valorização das marcas no mundo corporativo, observa-se também uma crescente e acelerada preocupação acerca dos modelos de desenvolvimento. A Agenda 21 (Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento) instituída durante a ECO-92 no Rio de Janeiro, o Protocolo de Kyoto (1997), o Tratado de Joanesburgo (2002), a criação de certificações ecológicas como a ISO 14001, e posteriormente a ISO 26000, demonstram que a sociedade está atenta aos déficits dos modelos de gestão vigente e clamam por novos modelos de desenvolvimento econômico que conciliem o desenvolvimento social e ambiental.

Considerando que as políticas de desenvolvimento sustentáveis se referem ao interdependente e mútuo reforço da relação entre o desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ambiental, o presente artigo visa contribuir para ampliar os conhecimentos acerca da gestão de marcas verdes no setor hoteleiro.

Para tanto, apresenta uma revisão bibliográfica de alguns conceitos norteadores do estudo, os procedimentos metodológicos utilizados e os resultados e análises obtidos na pesquisa de campo, realizada no setor hoteleiro de Brasília. Como parâmetros para o desenvolvimento do questionário que foi aplicado junto aos gerentes dos hotéis pesquisados, procurou-se utilizar indicadores ligados a diferentes dimensões de sustentabilidade, assim como indicadores da área de gestão de marcas, selecionados e adaptados para os objetivos do estudo.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Na segunda metade do século passado, os países, na busca do desenvolvimento econômico desenfreado, provocaram inúmeros problemas socioambientais em escala global. Essa busca constante pelo desenvolvimento a qualquer custo, aliada à ideia de que os recursos naturais eram infinitos, promoveu o uso inadequado desses recursos, degradando a qualidade ambiental e comprometendo de forma significativa a sua preservação. Diante desse cenário de graves problemas socioambientais, surgiu uma intensa mobilização para encontrar um novo modelo de desenvolvimento que permitisse compatibilizar aspectos econômicos, sociais e ambientais (VIEGAS, 2008).

Neste contexto surgia no início da década de 70 do século XX o novo modelo de desenvolvimento econômico, conhecido como desenvolvimento sustentável, passando a incorporar o conceito da humanização de desenvolvimento, incluindo a preocupação com a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações. Assim, em 1983, as Nações Unidas incumbiram uma comissão especial para desenvolver um plano a longo termo de desenvolvimento sustentável e em 1987 um relatório foi publicado.

Segundo este relatório, o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1987). Embora existam várias definições para o desenvolvimento sustentável (ou sustentabilidade), esta é a mais usada. As três áreas da sustentabilidade estão concentradas na sociedade, na economia e no meio ambiente. Juntas, elas são conhecidas como *Triple Bottom Line* (TBL) ou tripé da sustentabilidade (DAHLSTROM, 2011).

A preocupação com as práticas sustentáveis teve como marco a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo - 1972, na Suécia. Este evento reuniu centenas de líderes mundiais e teve como resultados a elaboração de uma declaração e um plano de ação mundial para orientar a preservação e melhoria no ambiente humano. A Conferência Internacional de Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, no Rio de Janeiro - Brasil foi outro marco importante da questão ambiental. Seu foco foi criar uma agenda de cooperação internacional para preservação ambiental, cujas práticas fossem desenvolvidas ao longo do século XXI.

Diante dessa perspectiva, sendo o setor turístico, particularmente o segmento hoteleiro, um importante fator de desenvolvimento econômico, este novo paradigma logo é incorporado às práticas socioambientais dos meios de hospedagem contribuindo para o desenvolvimento sustentável. De acordo com Turczynski e Oliveira (2011), a adoção de práticas sustentáveis no setor hoteleiro, no entanto, tem como objetivo também a obtenção de benefícios monetários, crescimento e competitividade. Estudos recentes constatam que a mudança de postura dos empreendimentos , em relação ao meio ambiente, tende a acontecer por pressões derivadas da mudança de comportamento dos hóspedes (CADERNO VIRTUAL DE TURISMO, 2010).

2.1. TURISMO SUSTENTÁVEL

Segundo Barros (2013), o setor de turismo ocupa atualmente relevante papel na economia mundial, sendo uma das atividades com maior representatividade econômica, ao lado da indústria do petróleo.

A sustentabilidade do turismo é baseada em um conjunto mínimo de princípios estabelecidos pelo Conselho Brasileiro para o Turismo Sustentável (CBTS), referência nacional para o Turismo Sustentável. São eles: respeitar a legislação vigente; garantir os direitos das populações locais; conservar o ambiente natural e sua biodiversidade; considerar o patrimônio cultural e os valores locais; estimular o desenvolvimento so-

Quadro 1 - Requisitos Ambientais, socioculturais e econômicos

REQUISITOS AMBIENTAIS - RA
1. RA_1. Preparação e atendimento a emergências ambientais.
2. RA_2. Incentivo à preservação e à recuperação de áreas naturais (um dos principais atrativos turísticos).
3. RA_3. Arquitetura do empreendimento integrada à paisagem, minimizando os impactos da implantação, durante a construção, a operação e, quando houver obras.
4. RA_4. O planejamento e operação do paisagismo deve refletir o ambiental natural do entorno, com o uso de espécies nativas, desde que não sejam provenientes de extração ilegal.
5. RA_5. Incentivo à redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos.
6. RA_6. Incentivo à coleta e posterior tratamento de efluentes líquidos.
7. RA_7. Incentivo à coleta e posterior tratamento de emissões gasosas. O empreendimento deve adotar medidas de minimização de emissão de gases e odores provenientes de veículos, instalações e equipamentos.
8. RA_8. Redução do consumo de energia, em particular de fontes não renováveis.
9. RA_9. Conservação e gestão do uso de água.
10. RA_{10}. Promoção do uso de insumos biodegradáveis.
REQUISITOS SOCIOCULTURAIS - RS
RS_1. Contribuir para o desenvolvimento das comunidades locais.
RS_2. Geração de trabalho e renda para a comunidade local.
RS_3. Promoção da equidade étnica, social e de gênero, principalmente no ambiente de trabalho.
RS_4. Divulgação da cultura local entre os seus clientes.
RS_5. Preservação das tradições e de sua autenticidade.
REQUISITOS ECONÔMICOS - RE
RE_1. Avaliar a viabilidade econômica do empreendimento.
RE_2. Planejar produtos e serviços considerando as expectativas dos clientes.
RE_3. Promoção da saúde e segurança dos clientes e funcionários do empreendimento.

Fonte: São Paulo (2005)

cial e econômico dos destinos turísticos; garantir a qualidade dos produtos, processos e atitudes e estabelecer o planejamento e a gestão responsáveis (SÃO PAULO, 2005).

Além dos princípios para o turismo sustentável, cabe ressaltar os requisitos da atividade turística, analisados a partir de três grandes dimensões: ambiental, sociocultural e econômica (Quadro 1).

De forma a concretizar a implementação desses requisitos (ambiental, sociocultural e econômico), em 1996, surge a série de normas ISO 14000, estabelecendo especificações para os sistemas de gestão ambiental, aplicáveis a todos os tipos de organizações e amplamente utilizadas (BARROS, 2013). A norma ISO 14001 foi elaborada com o intuito de conscientizar as empresas no tocante aos efeitos que elas provocam ao meio ambiente e a ISO 26000 fornece orientações para as organizações sobre conceitos, termos, definições e todas as questões referentes à responsabilidade social e desenvolvimento sustentável.

Segundo Alberton e Costa Jr (2007), as principais razões para que as empresam busquem a certificação estão relacionadas à necessidade de demonstrar um desempenho ambiental capaz de atender os padrões ambientais vigentes, de prevenir impactos ao meio ambiente, de fortalecer a imagem institucional junto à comunidade, reduzir o risco de multas e penalidades e consequentemente aumentar a competitividade.

Considerando que o setor de hotelaria, junto com transportes, restaurantes (alimentos e bebidas), planejamento de eventos, parques temáticos e cruzeiros marítimos, constituem o setor de turismo (BARROS, 2013), salienta-se que os empreendimentos hoteleiros devem estabelecer e manter um sistema de gestão da sustentabilidade de modo a assegurar o atendimento continuado e sistemático dos princípios do turismo sustentável.

3. GESTÃO DE MARCAS

Parece óbvio definir a palavra marca, uma vez que se conhece e convive diariamente com muitas delas. Mas se perguntarmos para algumas pessoas, dependendo de sua atividade, como por exemplo, para um fabricante, para um jurista, para um designer, entre outros, provavelmente, observa-se diferenças nas respostas obtidas. A razão pelo qual isso acontece pode ser considerada simples. A marca, atualmente, pode ser compreendida, por exemplo, como um fenômeno socioeconômico, político, cultural, legal e formal.

Perez (2004) afirma que a marca, como conceito mercadológico, refere-se a um termo, sinal, ou a combinação destes, tendo por objetivo distinguir uma oferta de outras. A marca, portanto, funciona como um tipo de bandeira, acenando aos consumidores, provocando a consciência ou lembrança do produto e diferenciando-o da concorrência (ELWOOD, 2004).

Mozota (2011, pp. 125–126) vai além ao ressaltar que uma marca é mais do que "um nome, termo, signo, símbolo ou design, ou combinação destes, para identificar os produtos e serviços de um vendedor ou grupo de vendedores e diferenciá-los da concorrência". Uma marca é a soma de todas as características – tangíveis e intangíveis – que tornam única a oferta. Ela representa um conjunto de percepções que são direcionadas por comunicações e experiências, produzindo valor agregado. A marca representa, dessa forma, a percepção do consumidor e sua interpretação de um agrupamento de atributos, benefícios e valores associados a ela (BATEY, 2010). O autor ressalta, portanto, que as percepções da marca só existirão, do ponto de vista do significado, à medida que os consumidores passarem a conhecê-la e a ganhar experiências com o produto - a partir da compra, do uso, da experimentação.

Apesar de serem influenciados pela propaganda e publicidade do fabricante, vendedor, ambiente ou evento, os consumidores formam seus próprios sentimentos acerca do que as marcas significam. A gestão de marcas – branding é justamente esse processo de luta contínua entre produtores e consumidores para definir essa promessa e significado (HEALEY, 2008).

Tavares (2008) ressalta que o branding se propõe a fortalecer e valorizar a marca como um diferencial competitivo da empresa. Esse fortalecimento deve ser construído por meio de um relacionamento emocional dos clientes com a marca, de forma que ela exerça um apelo emocional sobre os consumidores, permitindo que se torne importante pelo que simboliza e não apenas nas considerações racionais e utilitárias que o consumidor possa ter.

Diante da grande competitividade do mercado, o *branding* ganha cada vez mais espaço e demostra ser uma ferramenta de suma importância para o alcance do diferencial competitivo. De acordo com um ranking dos países mais competitivos, elaborado pelo Foro Econômico Mundial, um grupo de economistas na Nova Zelândia identificou cinco indicadores relevantes para o design, no qual a difusão e aplicação da práxis do *branding* é apontado (BONSIEPE, 2011).

3.1. GESTÃO DE MARCAS VERDES E O SETOR HOTELEIRO

De acordo com a teoria de construção de marcas, defendida por Seireeni (2009) uma marca é resultado dos seguintes componentes: definição, propósito, vantagens, audiência e personalidade. Esses componentes coletivamente sugerem o posicionamento da marca. O posicionamento da marca é portanto, é a promessa inerente à marca que certas coisas serão entregues conforme esperado (SEIREENI, 2009, p. 17) .

A gestão de marcas verdes trabalha o posicionamento da marca de forma a direcioná-la à corrente da sustentabilidade. O termo em inglês, green branding, segundo Braun (2008) foi identificado em estudos conduzidos por Hartmann et al. (2004, 2005 e 2006) relacionados ao consumo de marcas posicionadas por seus atributos ecológicos. De acordo com Hartmann e Ibánez (2006) as marcas verdes podem evocar emoções positivas em determinados grupos-alvo simplesmente por oferecer informações sobre os atributos do produto ambientalmente saudáveis.

A temática verde, portanto, refere-se aos atributos agregados a uma marca relacionados à redução do seu impacto ambiental e a sua percepção como ambientalmente comprometida e confiável, de forma a gerar valor para a empresa. Sharp (2013) salienta que as organizações que se empenham a construir marcas verdes, muitas vezes não sinalizam adequadamente esse processo para os consumidores, apesar desta ser uma questão importante, dada a proliferação de marcas verdes nos últimos anos em quase todas as categorias de bens de consumo. "Essas marcas verdes cobrem uma gama de reivindicações de sustentabilidade começando com preocupações ambientais, tais como o material e consumo de energia, mas agora abrangem questões como a obtenção sustentável de produção material e orgânica, ou preocupações sociais mais amplas, tais como comércio justo e testes sem animais (SHARP, 2013, p. 110).

O *green branding* atua, portanto, de forma a possibilitar que as organizações possam gerir suas marcas focadas em projetos eco-sustentáveis, que abranjam o desenvolvimento do produto e os possíveis serviços que possam ser oferecidos aos consumidores, visando a diminuição dos impactos sociais e ambientais, e aumentando a satisfação do usuário. Segundo Lane (2010) as organizações estão despertando para a importância da gestão de marcas verdes, onde a divulgação de produtos e serviços ecológicos e práticas de negócios sustentáveis será difundida e rentável.

Trazendo tal reflexão para o segmento hoteleiro, percebe-se que a prerrogativa social e ambiental nas práticas gerenciais também atingiu o setor de hospedagem, que assim como outras empresas e organizações, tem adotado o uso de relatórios TBL ou GRI (*Global Initiative Reporting*) como forma de comprovar perante as partes interessadas a sua preocupação com as questões sociais e ambientais, além das econômicas (BARROS, 2013).

Com perfis de clientes culturalmente e financeiramente diversificados, e tendo como objetivo, segundo Cavassa (2001) atingir um

mercado potencial afim de manter a taxa máxima de ocupação do estabelecimento, a qualidade do serviço, a rentabilidade, a competitividade e a imagem - que assegura o prestígio do hotel com base nos serviços prestados, é inevitável que o setor de hospedagem implemente práticas de sustentabilidade nos seus negócios.

Além da preocupação em atender as exigências por parte dos clientes, essas práticas de sustentabilidade no setor hoteleiro são encontradas em legislações e regulamentações. De acordo com Topke et al. (2011), existe um convênio entre o Instituto Brasileiro de Turismo (Embratur) e a Associação Brasileira da Indústria de Hotéis (ABIH), que apresenta um sistema de classificação hoteleira, o qual introduz o conceito de responsabilidade e gestão ambiental como critério classificatório.

Além do convênio, a Lei Nº 11.771, de 17 de Setembro de 2008 dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, e destaca em seu artigo 6º, incisos VI e VII que possui o intuito de promover, entre outros objetivos, a proteção do meio ambiente, da biodiversidade e do patrimônio cultural de interesse turístico e a atenuação de passivos socioambientais eventualmente provocados pela atividade turística.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem (SBClass), instituído pela Portaria nº 100, de 16 de Junho 2011 do Ministério do Turismo, estabelece critérios de classificação, cria o Conselho Técnico Nacional de Classificação de Meios de Hospedagem (CTClass), e determina no Artigo 9º, três aspectos importantes para classificar em categorias os hotéis: I - serviços prestados; II - qualidade da infraestrutura de instalações e equipamentos; III - variáveis e fatores relacionados com o desenvolvimento sustentável, tais como conceitos ambientais, relações com a sociedade, satisfação do usuário.

Neste contexto, observa-se a importância da integração da sustentabilidade nas operações hoteleiras, reforçando assim a necessidade dos esforços na área de gestão de marcas verdes. A adoção dessa postura socioambiental responsável contribui para que o setor hoteleiro ganhe visibilidade, seduza o público e consolide valores de credibilidade e legitimidade, por meio de marcas sustentavelmente corretas. Assim, fica evidente que a preocupação em assumir comportamentos socioambientais, além de ser uma prerrogativa de diferencial competitivo, é também uma exigência legal das organizações, especialmente das que atuam no setor de hospedagem.

4. METODOLOGIA

Para a realização do estudo, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que segundo Gil (2002) ocorre com base em materiais já elaborados e permite ao investigador compreender uma gama de fenômenos mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

Para o estudo de campo, que previa a análise da gestão da sustentabilidade e da gestão de marcas verdes, da rede hoteleira de Brasília, optou-se pelo uso do questionário autoaplicado, baseado nos estudos realizados por Peres Júnior e Rezende (2011), Viegas (2008) e Polonsky e Rosenberger (2011), como instrumento de coleta de dados.

O instrumento adotado foi construído com escala tipo Likert de cinco pontos, e abordava uma série de questões referentes às práticas sustentáveis relacionadas ao setor hoteleiro, as quais foram divididas de acordo com as dimensões ambiental, sociocultural e econômica, assim como questões acerca da gestão de marcas e gestão de marcas verdes.

A coleta dos dados foi realizada entre os meses de setembro de 2013 e abril de 2014 e a maior parte executada por meio do processo de preenchimento dos questionários pelos gerentes, na presença do pesquisador. No total dos 42 hotéis que integram o Setor Hoteleiro Norte e Sul de Brasília, foram obtidas 33 respostas, correspondendo a um percentual de 78,5% do total de amostras, todas com enquadramento do empreendimento na categoria - Hotel.

4.1. TRATAMENTO DOS DADOS – ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos na coleta de dados foram analisados mediante ferramenta de análise estatística descritiva com o intuito de verificar o nível de adoção de práticas ambientais no setor hoteleiro de Brasília. A partir da análise do conteúdo das afirmações para as variáveis escalares, (afirmações medidas em escala de concordância do tipo Lickert de cinco pontos), foram definidas três dimensões relacionadas às práticas de gestão da sustentabilidade: Responsabilidade Sociocultural, Responsabilidade Ambiental, Responsabilidade Econômica, além da dimensão Gestão de Marcas. Para cada dimensão foram analisadas as medidas de posição: média (média aritmética) e mediana (valor que divide a amostra na metade), além da análise de correlação (indicados os coeficientes de correlação de Pearson entre as dimensões do estudo).

Essas técnicas foram realizadas no software estatístico SPSS, baseadas na literatura especializada da área (COSTA, 2011; HAIR *et al.* 2005; LATTIN *et al.* 2011).

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Considerando os dados coletados por meio do questionário autoaplicado, pode-se observar nas tabelas a seguir o detalhamento das três dimensões relacionadas às práticas da gestão da sustentabilidade - responsabilidade Sociocultural, responsabilidade Ambiental e responsabilidade Econômica, e posteriormente o detalhamento acerca da dimensão relacionada a gestão de marcas. As tabelas a seguir demonstram os achados da coleta de dados, apresentando as medidas de posição: média (média aritmética) e mediana (valor que divide a amostra na metade) e as análises são realizadas com base nas amostras estudadas.

Tabela 1: Medidas descritivas – responsabilidades socioculturais

RESPONSABILIDADES SOCIOCULTURAIS		
VARIÁVEL	MÉDIA	MEDIANA
1. O empreendimento adota medidas de incentivo de manutenção de recursos humanos, com vista à redução da rotatividade da mão de obra.	4,06	4,00
2. O empreendimento desenvolve projetos de auxílio às comunidades mais carentes, dando bolsas de estudo, oferecendo cursos de capacitação profissional, entre outros.	2,83	3,00
3. O empreendimento é engajado em ações ou iniciativas voluntárias promovidas por organizações comunitárias, governamentais ou não governamentais, que tenham o objetivo de contribuir com o desenvolvimento das comunidades locais.	2,97	3,00
4. O empreendimento assegura que os salários pagos atendam no mínimo aos pisos da categoria, usando referências sindicais regionais.	4,68	5,00
5. O empreendimento assegura instalações destinadas aos trabalhadores que atendam às condições mínimas de higiene, segurança e conforto.	4,51	5,00
6. O empreendimento promove a divulgação da cultura local entre os seus clientes.	3,66	4,00
7. O empreendimento implementa programas de saúde para seus trabalhadores, extensivos às suas famílias	3,71	4,00
8. O empreendimento estabelece áreas devidamente sinalizadas para fumantes.	4,08	4,00
MEDIDA GERAL	3,81	3,87

Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Percebe-se, nas estatísticas descritivas da dimensão de Responsabilidades socioculturais, que as variáveis com maiores médias e medianas (ou seja, com os mais altos graus de concor-

Tabela 2: Medidas descritivas – responsabilidade ambiental

RESPONSABILIDADE AMBIENTAL		
VARIÁVEL	MÉDIA	MEDIANA
1. O planejamento e operação do paisagismo do empreendimento foi efetuado, minimizando os impactos ambientais, refletindo o ambiente natural do entorno, inclusive com o uso de espécies nativas (desde que não sejam provenientes de extração ilegal)	3,57	4,00
2. O empreendimento estabelece e mantem procedimentos para identificar o potencial de risco, prevenir a ocorrência e atender a acidentes e situações de emergência na área do empreendimento ou por ele causados, bem como mitigar os impactos ambientais deles	3,94	4,00
3. Conserva área natural própria empregando as boas práticas de proteção e manejo conforme o previsto na legislação	4,06	4,00
4. Prioriza o uso de materiais de construção disponíveis na região e originados de fontes sustentáveis	3,83	4,00
5. Assegura uma destinação final adequada para os resíduos não aproveitados na construção e reforma	4,11	4,00
6. O empreendimento planeja e implementa medidas para reduzir, reutilizar ou reciclar os resíduos sólidos	3,57	4,00
7. O empreendimento realiza coleta seletiva dos resíduos sólidos	3,74	4,00
8. O empreendimento realiza a reciclagem dos resíduos orgânicos	2,51	2,00
9. O empreendimento realiza o tratamento das águas residuárias (seja mediante a conexão ao sistema público de coleta e tratamento, se ele existir, seja mediante a existência de instalações de tratamento próprias)	3,34	3,00
10. O empreendimento promove, quando aplicável, o reuso de águas residuárias tratadas para atividades como rega, lavagem de veículos e outras aplicações	2,51	2,00
11. Os sabonetes e cosméticos para uso dos clientes e trabalhadores são biodegradáveis	3,40	4,00
12. O uso de substâncias nocivas, incluindo pesticidas, tintas, desinfetantes e materiais de limpeza, é minimizado, e substituído quando disponíveis, por produtos ou processos inócuos	3,42	4,00
13. O armazenamento, uso, manuseio e descarte de produtos químicos são devidamente geridos pelo empreendimento	4,06	4,00
14. O empreendimento utiliza produtos de limpeza biodegradáveis, caracteristicamente neutros e formulados a partir de matérias primas não corrosivas e não tóxicas	3,51	4,00
15. O empreendimento planeja e implementa medidas para minimizar a emissão de ruídos das instalações, maquinaria e equipamentos, das atividades de lazer e entretenimento, de modo a não perturbarem o ambiente natural, o conforto dos hóspedes e das comunidades...	4,06	4,00
16. O empreendimento planeja e implementa medidas para minimizar a emissão de gases, odores e material particulado provenientes de veículos, instalações e equipamentos	3,71	4,00
17. O empreendimento planeja e implementa medidas para minimizar o consumo de energia, como por exemplo utilizando técnicas para maximizar a eficiência energética, tais como, isolamento térmico de paredes e forros, ventilação natural.	3,83	4,00

18. O empreendimento informa aos clientes o seu comprometimento com a economia da energia e água e encoraja o seu envolvimento em programas específicos como trocas não diárias de roupa de cama e toalhas	3,88	4,00
19. O empreendimento planeja e implementa medidas para minimizar o consumo de água, como a utilização de dispositivos para economia de água (como, por exemplo, torneiras e válvulas redutoras de consume em banheiros, lavabos, chuveiros e descargas)	3,80	4,00
20. O empreendimento tem programas de inspeção periódica nas canalizações, e sua manutenção, com vistas à minimização de perdas de água	4,20	4,00
MEDIDA GERAL	3,65	3,70

Fonte: Dados da Pesquisa (2014)

dância) foram as com as seguinte afirmações: '4. O empreendimento assegura que os salários pagos atendam no mínimo aos pisos da categoria, usando referências sindicais regionais' com média de 4,68 e mediana de 5; e '5. O empreendimento assegura instalações destinadas aos trabalhadores que atendam às condições mínimas de higiene, segurança e conforto', com média de 4,51 e mediana de 5,00. A variável que apresentou em média os menores graus de concordância foi a '2. O empreendimento desenvolve projetos de auxílio às comunidades mais carentes, dando bolsas de estudo, oferecendo cursos de capacitação profissional, entre outros', com média de 2,97 e mediana de 3,00.

Analisando mais detalhadamente o conteúdo das variáveis, é possível perceber que há uma tendência das médias serem maiores em termos da responsabilidade social interna (mais voltada para os colaboradores), do que em relação às variáveis que classificadas como de responsabilidade social externa (relações com a comunidade e clientes).

Nas medidas da dimensão de Responsabilidade Ambiental, tem-se uma média geral de 3,65 e uma mediana de 3,70. Analisando cada variável, é possível perceber que a afirmação com maior índice de concordância foi '20. O empreendimento tem programas de inspeção periódica nas canalizações, e sua manutenção, com vistas à minimização de perdas de água' com média de 4,20 e mediana de 4,00. As afirmações com menores médias foram '8. O empreendimento realiza a reciclagem dos resíduos orgânicos' e '10. O empreendimento promove, quando aplicável, o reuso de águas residuárias tratadas para atividades como rega, lavagem de veículos e outras aplicações', ambas com 2,51 de média e e 2,00 de mediana. Estes dados demonstram que o setor hoteleiro tem uma maior preocupação com as perdas de água em relação à reciclagem de resíduos e reuso de água. Este fato justifica-se pela variável "perdas de água" representar um maior custo para os empreendimentos enquanto que as variáveis "reciclagem de resíduos orgânicos" e "reuso de águas residuárias" não representam, para o empreendimento, significativa vantagem econômica. Na dimensão Econômica, percebe-se médias mais

Tabela 3: Medidas descritivas – responsabilidade econômica

RESPONSABILIDADE ECONÔMICA		
VARIÁVEL		
1. O empreendimento planeja e implementa produtos e serviços considerando as expectativas dos clientes		4,00
2. Todos os funcionários recebem orientação e treinamento periódico sobre as suas funções e responsabilidades em relação ao meio ambiente, social, cultural, econômica, qualidade, questões de saúde e segurança		4,00
3. Possui monitoramento das expectativas e impressões do hóspede em relação aos serviços ofertados, incluindo meios para pesquisar opiniões, reclamações e solucioná-las.		4,00

Fonte: Dados da Pesquisa (2014)

altas do que nas dimensões anteriores, com um média geral de 4,08 e mediana de 4,00. A variável com maior média foi '3. Possui monitoramento das expectativas e impressões do hóspede em relação aos serviços ofertados, incluindo meios para pesquisar opiniões, reclamações e solucioná-las', com média de 4,40 e mediana 4,00. Já a variável com a menor média foi '2. Todos os funcionários recebem orientação e treinamento periódico sobre as suas funções e responsabilidades em relação ao meio ambiente, social, cultural, econômica, qualidade, questões de saúde e segurança', com média 3,63 e mediana 4,00. Estes dados demonstram que o empreendimento tem uma maior preocupação com o monitoramento das expectativas e impressões dos hóspedes em relação aos serviços ofertados do que com a orientação e treinamento dos funcionários com relação às práticas sustentáveis que poderiam ser adotadas. Por meio destes dados pode-se observar que, para o empreendimento, a adoção de práticas sustentáveis não é um fator decisivo na escolha do hotel pelo hóspede, não justificando, dessa forma, a sua adoção pelos gestores.

As questões elaboradas para avaliar as práticas relacionadas à Gestão de Marcas, em sua maioria também foram constituídas com

Tabela 4: Medidas descritivas – Gestão de marcas

GESTÃO DE MARCAS		
VARIÁVEL	MÉDIA	MEDIANA
1. O empreendimento avalia a(s) sua(s) marca(s).	4,31	5,00
2. A avaliação da(s) marca(s) melhora a comunicação com os acionistas da empresa.	4,40	5,00
3. Os funcionários são encorajados a capitalizar no seu papel de embaixadores do processo de construção de marca.	4,17	5,00
4. O empreendimento utiliza a estratégia da temática verde para incrementar o valor da imagem de marca e gerar valor para a empresa (conceito green brand).	3,26	3,00
5. O empreendimento utiliza um conjunto específico de atributos e benefícios de marca relacionados à redução do impacto ambiental da marca e sua percepção como ambientalmente favorável.	3,37	3,00
6. O empreendimento realiza esforços para ser reconhecido como uma operação ambientalmente consciente que promove e pratica eficiência energética, conservação e reciclagem, enquanto ao mesmo tempo fornece aos hóspedes do hotel um produto sustentável.	3,60	5,00
7. Os funcionários são treinados para praticar as medidas sustentáveis – desde o gerente até as camareiras, além de terem a função de explicar aos hóspedes por que o hotel adotou tais normas.	3,68	5,00
8. O empreendimento acredita que seus ativos humanos, tais como talento, habilidade e capacitação de funcionários são elementos contributivos para a valorização da sua marca.	4,66	5,00
9. O empreendimento possui um sistema de medição e monitoramento da satisfação do cliente, que consiste na identificação das expectativas, medição da satisfação, elaboração de estratégias de melhoria da qualidade e implantação das melhorias.	4,60	5,00
10. O empreendimento considera a sustentabilidade um aspecto estratégico e lucrativo dos negócios e um recurso para o fortalecimento da marca.	4,08	5,00
MEDIDA GERAL	4,01	4,20

Fonte: Dados da Pesquisa (2014)

afirmações medidas em escala de concordância do tipo Lickert, de 5 pontos. As tabelas a seguir demonstram a análise estatística desses dados, apresentando as medidas de posição: média (média aritmética) e mediana (valor que divide a amostra na metade) e as análises são realizadas com base nas amostras estudadas.

De forma geral, percebe-se que a dimensão Gestão de Marcas possui uma média geral de 4,01 e mediana de 4,20. Especificamente a variável '8. O empreendimento acredita que seus ativos humanos, tais como talento, habilidade e capacitação de funcionários são elementos contributivos para a valorização da sua marca' obteve a maior média (4,66) e uma mediana de 5,00. Por outro lado, a variável '4. O empreendimento utiliza a estratégia da temática verde para incrementar o valor da imagem de marca e gerar valor para a empresa (conceito green brand)' obteve a menor média (3,26), com mediana 3,00. Esses resultados sinalizam que a gestão da marca do hotel está menos ligada a questões associadas a gestão ambiental, comparativamente a questões de outros fatores.

Tabela 5: Medidas descritivas – todas as dimensões

TODAS AS DIMENSÕES		
DIMENSÃO	MÉDIA	MEDIANA
SOCIOCULTURAL	3,81	3,87
AMBIENTAL	3,65	3,70
ECONÔMICA	4,08	4,00
GESTÃO DE MARCAS	4,01	4,20

Fonte: Dados da pesquisa (2014)

Observando a tabela acima, que demonstra as medidas descritivas de todas as dimensões analisadas, tem-se a dimensão 'Econômica' com a maior média (4,08) e mediana 4,00, e a dimensão 'responsabilidade ambiental' com menor média (3,65) e mediana de 3,70. Esses resultados apresentam uma maior preocupação com os itens da dimensão econômica e de gestão de marcas, comparativamente aos itens de responsabilidade sociocultural e ambiental.

Considerando que a análise de correlação indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias, pode-se observar na tabela acima os coeficientes de correlação de Pearson entre as dimensões do estudo.

Tabela 6: Análise de correlação

	RESPONSABILIDADE SOCIOCULTURAL	RESPONSABILIDADE AMBIENTAL	RESPONSABILIDADE ECONÔMICA	GESTÃO DE MARCAS
RESPONSABILIDADE SOCIOCULTURAL	1			
RESPONSABILIDADE AMBIENTAL	0,725**	1		
RESPONSABILIDADE ECONÔMICA	0,489**	0,631**	1	
GESTÃO DE MARCAS	0,464**	0,687**	0,474**	1

Fonte: Dados da Pesquisa (2014)

Percebe-se, portanto, que todas as dimensões estão correlacionadas entre si, a um grau de significância de 1%. As dimensões responsabilidade Sociocultural e responsabilidade Ambiental possuem alto grau de correlação positiva comparativamente às demais, o que significa que quanto maior o grau de uma, maior será o grau da outra.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário socioambiental atual exige mudanças urgentes para um modelo de desenvolvimento sustentável. Dessa forma, acredita-se que a gestão de marcas verdes, é uma importante ferramenta para o incremento da imagem

do setor hoteleiro, fortalecendo a imagem de marca, por meio de valores como a proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Na pesquisa de campo, que se propôs a conhecer as práticas relacionada à gestão da sustentabilidade e a gestão de marcas, concluiu-se que a rede hoteleira estudada tem preocupação com os aspectos voltados para a sustentabilidade, no entanto, em sua maioria, implementam em baixa escala estratégias que favoreçam uma real gestão com base na sustentabilidade. Os gestores dos hotéis compreendem a importância da implantação de práticas sustentáveis no empreendimento, porém acreditam que estas práticas não são um diferencial competitivo para a escolha do hotel pelo hóspede e adotam principalmente os princípios relacionados ao atendimento da legislação vigente.

Ainda com relação a pesquisa de campo, os dados acerca da gestão de marcas, o resultado mais relevante, se refere ao fato da gestão de marca dos hotéis estar menos ligada a questões associadas a gestão ambiental, comparativamente a outros fatores. Essa informação é relevante e serve como um alerta a esse setor no que se refere ao seu desenvolvimento sustentável e vai de encontro com achados da revisão bibliográfica, que afirmam que para o turista do século XXI, importa muito a qualidade e a variedade de opções de lazer e hospedagem (Brasil, [2010]).

Caberia portanto, à união dos esforços entre gestão pública, iniciativa privada e comunidade local, para zelar que o desenvolvimento das operações hoteleiras ocorram de forma sustentável, garantindo medidas alternativas e lucrativas que considerem uma gestão de marca imbuída de valores éticos e sustentáveis.

7. REFERÊNCIAS

ALBERTON, A.; COSTA JR., N.C.A. Meio Ambiente e Desempenho Econômico-Financeiro: Benefícios dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGAs) e o Impacto da ISO 14001 nas Empresas Brasileiras. RAC-Eletrônica, v. 1, n. 2, art. 10, p. 153-171, Maio/Ago. 2007.

ALVES, Ricardo R.; JACOVINE, Laércio A. G. Marketing verde: estratégias para o desenvolvimento da qualidade ambiental nos produtos. Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

BARROS, Flávio Eurico F. de. Sustentabilidade no Setor Hoteleiro. In: Gestão para o desenvolvimento sustentável: desafios e proposições para a sustentabilidade socioambiental. São Paulo: Editora Globus, 2013. P. 165-179

BRASIL. Ministério do turismo. Proposta estratégica de organização turística Copa do Mundo 2014 Brasil. Brasília, DF. [2010] Disponível em: <http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/export/sites/default/dadosefatos/outros_estudos/downloads_outrosestudos/BRASIL_final_NOVO.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.

BRAUN, Jan Raphael R. Green Branding: design gráfico e gestão de marcas de Ongs ambientalistas. Programa de Pós-Graduação em Design e Expressão Gráfica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

BONSIEPE, Gui. Design, Cultura e Sociedade. São Paulo: Blucher, 2011.

BÜRDEK, Bernhard E. História, teoria e prática do design de produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CAVASSA, César R. Hotéis: gerenciamento, segurança e manutenção. São Paulo: Roca, 2001.

COSTA, F. J. Mensuração e desenvolvimento de escalas: aplicações em Administração. Rio de Janeiro, 2011.

ELWOOD, Iain. O Livro essencial das marcas: tudo o que você precisa saber, em mais de 100 técnicas para aumentar o valor das marcas. São Paulo: Clio Editora, 2004.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de

pesquisa. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HAIR Jr.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HARTMANN, Patrick; IBÁNEZ, VANESSA A. Effects of green brand communication on brand associations and attitude. International Advertising and Communication. Germany: Gabler Edition Wissenschaft, 2006.

HARTMANN, P., SAINZ, F. J. F. & IBÁÑEZ, V. A.. Superando los límites medioambientales de la empresa: Un studio experimental del efecto del posicionamiento ecológico en la actitud hacia la marca. Cuadernos de Gestión, v. 4, no1, p. 83-95, 2004.

HARTMANN, P, IBÁÑEZ, V. A. & SAINZ, F. J. F.. Green branding effects on attitude: functional versus emotional positioning strategies. Markenting Intelligence & Planning, v.23, no1, p. 9-29, 2005.

HEALEY, Matthew. What is branding? Switzerland: RotoVision, 2008.

LANE, Eric. L. Consumer Protection in the Eco--mark Era: Prelimitary Survey and Assessment of Anti-grenwashing Activity and Eco-mark Enforcement. The John Marshall Review of Intellectual Property Law. New Orleans, 2010.

LATTIN, J; CARROL, J. D.; GREEN, P. E. Análise de dados multivariados. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MOZOTA, B. Gestão do design: usando o design para construir valor de marca e inovação corporativa. Porto Alegre: Bookman, 2011.

PEREZ, C. Signos da Marca: Expressividade e Sensorialidade. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

PERES JÚNIOR, M. R.; REZENDE, D.C. Gestão da Sustentabilidade no segmento hoteleiro: estudo dos meios de hospedagem de Monte Verde, MG. Caderno Virtual de Turismo. Rio de Janeiro. v. 11, n 2, p. 234-252, ago.2011.

POLONSKY, M. J.; ROSENBERGER, P.J. Reevaluating green marketing: a strategic approach. Bus Horizons, v. 44, n. 5, p. 21-30, 2011.

SEIREENI, Richard. The Gort Cloud: The invisible Force Powering Today's Most Visible Green Brands. Vermont: Chelsea Green Publishing Company, 2009.

SHARP, Anne. Sustainable marketing in principle and practice. Sustainable Business – Theory and Practice of Business under Susteinability Principles. Geoffrey Welss, 2013.

TEIXEIRA, Joselena de A.; GONTIJO, Leila A.; MARTINS, Rosane F. Marketing e Design. IXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2004, Anais.

A SIMPLIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO EM INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Carlos Daniel Pinto Coelho, MSc. (ICE- MG);

Lisiane Ilha LIbrelotto, Dra. (UFSC)

PALAVRAS-CHAVE
Simplificação. Processos. Produção.
KEYWORDS
Simplification. Processes. Production

RESUMO:

Este artigo apresenta os resultados parciais da dissertação de mestrado profissionalizante sobre o desenvolvimento de um método de análise da padronização de componentes empregados na produção dos vários tipos de modelos de veículos para uma indústria automobilística. O método propositivo objetivou a redução da complexidade nos processos da indústria automobilística, frente à tendência crescente do número de peças similares com a mesma função na composição dos veículos decorrente da variação do mix de produtos pelo design. Para realização da pesquisa foram analisadas diversas situações em que a diferenciação do produto implicou o aumento da complexidade dos processos. Como resultados obteve-se um método para simplificação dos processos e o apontamento dos principais benefícios obtidos com a melhoria.

ABSTRACT:

This article presents the partial results of a master's degree dissertation about the development of an automotive components standardization analysis method for an automotive industry. The propositional method aimed to reduce the complexity of processes of the automotive industry due to the rising trend of a number of similar parts with the same use in the vehicles assembly due to mix products variation made by Design Area. In order to conduct the survey several situations in which the product differentiation caused the increasing of complexity in the process were analyzed. As a result a simplifying method was obtained as well as the main benefits of the improvement.

1. INTRODUÇÃO

Em uma indústria automobilística, os processos de produção e de gestão dos materiais diretos empregados na fabricação dos veículos são de natureza complexa, porque lidam com muitas variáveis. Destaca-se a gestão de peças muito parecidas com a mesma função, como porcas, parafusos, arruelas, entre outros e mesmo peças maiores com pequenas variações. Administrar a diversidade desse tipo de componentes e garantir a montagem de todos eles nos vários tipos de veículos, versões e opcionais, exatamente como previsto pelos documentos técnicos, não é uma tarefa fácil ou precisa.

A diferenciação do produto é uma estratégia de marketing e design e conduz ao desenvolvimento de uma série de componentes distintos, às vezes com a mesma função, para atender aos diversos modelos previstos.

Segundo Filho (1999) APUD WIEMES e Balbinotti (2009), a padronização pode oferecer diversos benefícios qualitativos e quantitativos. Para Campos (1999), as empresas modernas devem considerar a padronização como a mais fundamental das ferramentas gerenciais. Este autor, ao explicar o que é padronização, lembra que as pessoas fazem as coisas de várias formas, mas, quando alguém faz de um jeito melhor, os outros, imediatamente, adotam a ideia, ou seja, padronizam.

Diminuir o número de peças muito parecidas com a mesma função traz vantagens e benefícios, decorrentes da eliminação das possibilidades de erros operacionais na montagem dos veículos; redução do estoque e de espaços físicos com a armazenagem dos materiais; simplificação das atividades de programação, de compra, de aprovisionamento e de movimentação dos materiais na cadeia de suprimentos; menor geração de resíduos sólidos e de gás carbônico (CO_2); maior sustentabilidade da cadeia de suprimentos.

Mudar a cultura de que a padronização prejudica a customização dos produtos, que contribui para a perda da atratividade de venda e que não aumenta o custo dos veículos é uma tarefa difícil, como, também, não é fácil demonstrar contabilmente os ganhos e benefícios. A padronização de componentes não pode prejudicar as inovações da marca exigidas pelo mercado, nem as concepções técnicas e soluções de projeto e nem as estratégias de compras. Ela requer cuidado e muita atenção às necessidades das várias partes interessadas, como estratégias diferenciadas para cada proposta, novo olhar e visão sistêmica.

Este artigo apresenta o resultado de uma pesquisa, conduzida em mestrado profissionalizante (COELHO, 2013) que se justifica pela possibilidade de construção de caminhos visando a redução das perdas da complexidade e a obtenção de ganhos e benefícios com a diminuição do número de componentes automotivos, sem prejudicar a necessária customização dos produtos e a perda da atratividade das vendas.

O objetivo da pesquisa foi investigar se a estandardização de peças está contribuindo para a simplificação dos processos de produção e de gestão dos materiais e para a redução da complexidade da fábrica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. O PROBLEMA DA PESQUISA

Por mais precisa que seja a individualização das peças que compõem um automóvel, é comum ocorrer montagens indevidas. Só de volantes para um novo modelo, na montadora pesquisada, há 28 tipos diferentes, devido às opções de teclas comando rádio no volante, de revestimento em couro e de cinco tonalidades de cor cinza para a moldura central do volante. De chicotes (feixe de cabos elétricos), há uma infinidade de combinações, de acordo com as composições que os clientes escolhem nas opções de personalização do veículo no site da empresa.

O uso divergente de peças afeta os níveis de desempenho dos serviços, como demons-

tram os indicadores de eficiência referentes a veículos incompletos, a materiais obsoletos, ao capital circulante, aos saldos negativos de estoque e ao aumento do movimento de caminhões com transportes especiais. A existência de peças muito parecidas com a mesma aplicação exige cuidados especiais com a sua gestão, pois a probabilidade de erros operacionais é grande. Além disso, mais componentes ocupam mais espaço físico para armazenamento. Isso afeta o desempenho dos empregados que lidam com as atividades de programação, de compra, de aprovisionamento e de movimentação dos materiais, desde o início com os fornecedores, passando pela fábrica até o final nas concessionárias e nos clientes.

No setor de peças das concessionárias, os clientes podem ser atendidos com peças de reposição diferentes das corretas, devido à dificuldade de individualização da peça certa no momento da venda. Sendo assim, tornou-se consenso geral de que a padronização de componentes é uma necessidade a ser atendida para a melhoria dos níveis de serviços prestados pelas áreas de apoio e para a simplificação dos processos.

Hubbard (2009), no livro "Como mensurar qualquer coisa", demonstra que é possível medir aspectos considerados intangíveis em muitas organizações, como a satisfação do cliente, a flexibilidade organizacional e o retorno sobre o investimento da tecnologia. Ele mostra um novo modo de encarar a intangibilidade com novas formas de abordagem de problemas. Assim, seguramente e mais facilmente muitas propostas de padronização de componentes seriam aprovadas, mesmo com a necessidade de atendimento das exigências de cada área.

2.2. A VISÃO SISTÊMICA NECESSÁRIA À EQUAÇÃO

Slack, Chambers e Johnston (2002, p.55) afirmam que os limites funcionais não devem prejudicar a eficiência dos processos internos e é preciso trabalhar junto com outras partes da organização para se formar as responsabilidades indiretas mais importantes da administração da produção.

Figura 1 – Tubos de direção hidráulica.

Fonte: Autores.

[1]Saldos negativos de estoque ocorrem quando se produz uma quantidade maior de veículos do que as peças existentes em estoque, mostrando, com isso, um erro de inventário, de lançamento nas entradas, ou nas saídas dos materiais, etc...

Da necessidade de atendimento às exigências de cada área, resulta a dificuldade de aprovação das propostas de padronização de componentes. Devido a isso, muitas são repro-

vadas pelo Produto, por razões de estilo, ou pela Engenharia, por razões técnicas ou por Compras, por razões econômicas. É necessário reavaliar as questões das outras áreas, dando-lhes pesos justos e procurando o devido equilíbrio das variáveis em jogo para que a redução da complexidade se torne realidade. Para Slack, Chambers e Johnston (2002, p.55), "desenvolver e melhorar os relacionamentos entre a produção e as outras funções da empresa deveria ser a contribuição central da produção para o desempenho geral."

A Figura 1 mostra os tubos da direção hidráulica extremamente semelhantes, diferenciados apenas pela curvatura suave em uma das pontas. Era, por isso, frequente o uso de uma peça no lugar da outra. Neste caso, a Engenharia concordou com a revisão do projeto e providenciou o desenho de um terceiro tubo que atendesse às duas aplicações previstas, eliminando o problema de erro operacional.

2.3. A COMPLEXIDADE DA FÁBRICA

Morin (2006) explica que existe uma tendência de prender a realidade a um sistema coerente - o que se chama de racionalização - e que tudo o que contradiz este sistema, é afastado, esquecido, posto de lado e visto como ilusão ou aparência. Segundo ele, existe, então, uma tendência inconsciente de afastar da mente o que possa contradizê-la.

Foram aliadas à ideia, a oportunidade de agregação de valor e de aumento da competitividade que a atividade do processo de redução da complexidade da fábrica representaria para a empresa e para os fornecedores. Por isso, teve-se a visão de que a diminuição do número de componentes, além de simplificar, seria também um fator de redução de custo e a diversificação de desenhos seria um fator de aumento da complexidade, que provoca erros operacionais, dificulta as práticas de trabalho e gera perdas produtivas e desperdícios nos processos.

Ter um número de desenho só é melhor do que ter dois e que isso deve custar menos para a empresa e para os fornecedores. Assim a essência desta pesquisa foi unificar o maior número possível de peças similares, ou muito parecidas, com a mesma função, desde as mais simples às mais complexas. As percepções do problema e os interesses das partes interessadas (empresa e fornecedores) são iguais, pois buscam custos menores e maior lucratividade. Para a empresa, custos menores significam menor preço das peças e para os fornecedores, maior lucro. O problema, então, neste caso, foi uma equação que atendesse aos interesses de ambas as partes, ou seja, a busca do equilíbrio de interesses.

2.4. MÉTODO/FERRAMENTAS E TÉCNICAS

Devido ao envolvimento com o problema e como líder de um grupo interfuncional de otimização do valor dos produtos, optou-se pelo uso do estudo de caso com pesquisa-ação, como instrumento de investigação. A pesquisa-ação é um processo que segue um ciclo de melhoria contínua da prática, através do desempenho das atividades no campo da prática e da investigação a respeito dela. No transcurso do processo da pesquisa-ação, aprende-se mais, tanto sobre a prática, como sobre a investigação.

De acordo com Lüdke e André (1986), o estudo de caso como estratégia de pesquisa pode ser simples e específico ou complexo e abstrato e deve ser sempre bem delimitado. Pode ser semelhante a outros, mas é também distinto, pois tem um interesse próprio, único, particular.

Para Mello (2012), as características desse tipo de pesquisa são que o pesquisador observa, mas também atua no objeto do estudo; há cooperação entre o pesquisador e o pesquisado, abordagem holística, entendimento, planejamento e implementação de mudanças; o pesquisador tem que ter conhecimento prévio do objeto e deve ser conduzida em tempo real.

Segundo Thiollent (2005), o objetivo técnico de uma pesquisa-ação é contribuir para o melhor equacionamento possível do problema considerado como central da pesquisa. O obje-

tivo científico, o de obter informações que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos, visando aumentar o conhecimento (teoria) de determinadas situações.

O processo de investigação-ação se desenvolveu em quatro fases, as quais foram: a fase de identificação do problema, a fase de planejamento de uma solução, a fase de implementação e a fase de monitoramento e avaliação de sua eficácia.

A pesquisa começou, então, pela análise da situação e, paralelamente, no desenvolvimento das atividades, foram ocorrendo as projeções e as implementações das mudanças. As atividades de cada fase do processo de redução da complexidade, desde a formulação das propostas até a sua implementação na produção, foram sendo observadas e avaliadas continuamente. Tendo em vista a melhoria contínua, como objetivo de todo o processo, foram sendo planejadas as soluções dos problemas e foram sendo implementadas as melhores opções de solução. O monitoramento e a avaliação das situações resultantes foram efetuadas, por consequência, assim como a interpretação e a avaliação dos resultados, a fim de planejar novas medidas de melhorias das práticas de gestão. Nesse processo, a reflexão foi essencial e ocorreu durante todo o ciclo. Ao final desse processo, ainda foram aplicados questionários aos participantes do Grupo, com o objetivo de identificar a visão desses em relação ao trabalho desenvolvido.

3. RESULTADOS

3.1. SITUAÇÕES PROBLEMA IDENTIFICADAS

Em 2013, foram produzidos, em quatro linhas de montagem, 14 modelos, a uma velocidade de 192 carros por hora, ou 3,2 carros por minuto. A quantidade e variedade de peças previstas para a estruturação ou montagem dos veículos é proporcionalmente crescente, em função da diversidade de versões, motores, opcionais, cores externas e internas. Disso resulta uma infinidade de combinações de veículos que condicionam e vinculam as instalações e os recursos. Há três plataformas de desenvolvimento de produtos: small cars (oito modelos), compact cars (três modelos) e comercial cars (três modelos) e a criação de novos componentes muito parecidos com os existentes é inevitável, devido à customização em massa.

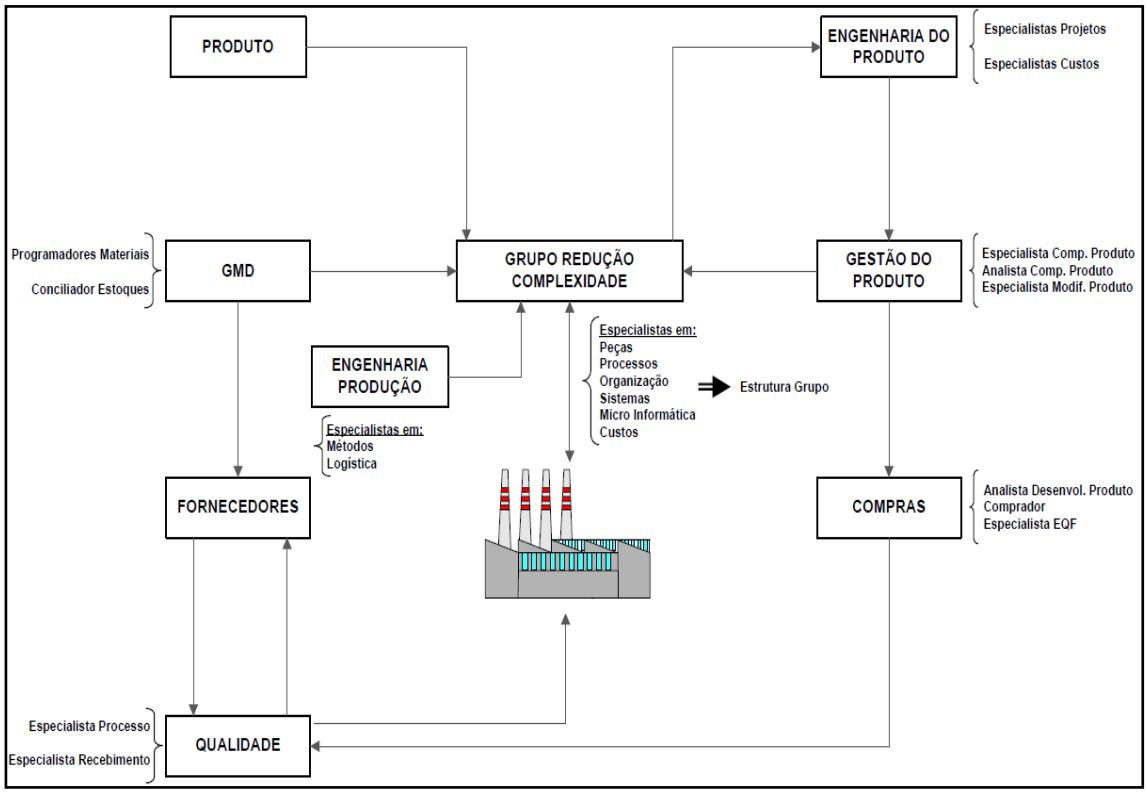
A dificuldade de montagem das peças, conforme os ciclos de montagem, é o problema central resultante dessa situação. Os ciclos de montagem são os manuais com as instruções de montagem. Os desenhos são números que individualizam as peças. O problema do ciclo de montagem é que, muitas vezes, os números de desenhos não são especificados nas folhas de operação, mas, somente as matrículas, que são referências genéricas dos desenhos, sendo iguais para todos os modelos. Quando uma peça, com um determinado número de desenho, não é montada nos carros conforme a documentação técnica e, no seu lugar, é montada outra, acontece o fenômeno do saldo negativo que impacta na gestão dos estoques, sendo isso percebido pelos Analistas de Programação, em suas práticas diárias. As razões são várias e é mais comum de acontecer nos casos de peças similares com a mesma função.

Diante deste contexto foi concebida a criação de um grupo na área de manufatura para reduzir a complexidade da fábrica. Este grupo atuaria com profissionais especialistas de várias áreas da empresa e, na figura 2, está desenhada a estrutura que foi imaginada no momento de sua criação.

O grupo de redução da complexidade, no desempenho de suas atividades, se deparou com outras duas dificuldades, uma no aspecto de estilo e outra no aspecto técnico que, também, fazem aumentar o número de peças e, consequentemente, a complexidade da fábrica.

A demonstração de que a unificação de componentes muito parecidos com a mesma função e que a adoção de menos cores para destacar componentes, visando à simplificação dos processos de produção e de gestão dos materiais, diante dos argumentos das áreas de Engenharia e do Produto, não é uma tarefa fácil.

Figura 2: Estrutura inicial na fase de criação do grupo de redução de complexidade.



Fonte: Autores.

Mesmo com essa dificuldade, foi possível a redução do número de amortecedores de 163 desenhos para 83, pelo atendimento da solicitação de unificação dos óleos de clima frio e de clima quente, após muitos testes de experimentação pela Engenharia.

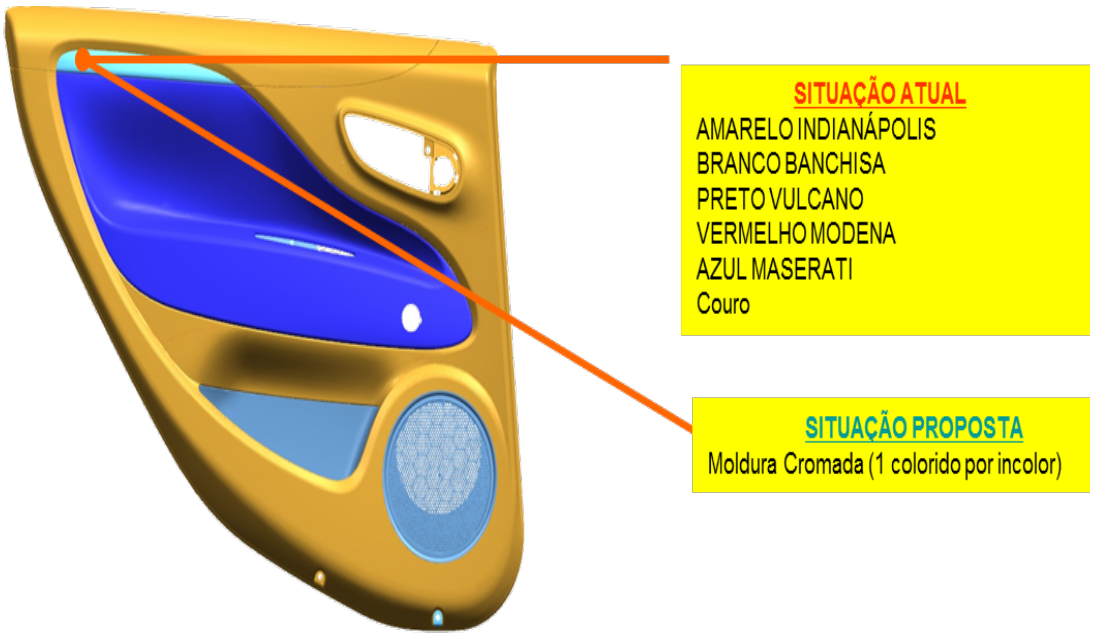
Várias situações que representavam oportunidades de simplificação, estão detalhadas a seguir:

1) Situação anterior: Moldura estética na cor externa do veículo, que gerava um total de 24 painéis de porta diferentes, conforme Figura 3.

Situação proposta: Usar moldura cromada, reduzindo o número de painéis para 4 apenas.

A aprovação dessa proposta causou impacto positivo na área de compras, que estava efetuando tratativas comerciais e a certificação dos processos

Figura 3: Componente objeto da Proposta 1.



Fonte: Autores.

de construção dos componentes nos fornecedores. Foram eliminadas muitas atividades de cotação, de emissão de pedidos de compras e de apresentação e aprovação de amostras. Na área comercial, o aumento do estoque de peças de reposição nos armazéns foi evitado, assim como foi facilitada a atividade de planejamento das necessidades dessas peças. Essa proposta de padronização do número de desenhos dos painéis de portas comprovou os bons resultados alcançados da proposta de unificação dos óleos dos amortecedores.

2)Situação anterior: Faixa estética (figura 4) central do painel de instrumentos montada internamente somente nos veículos com o opcional air bag, por exigência de montagem do módulo air bag.

Situação proposta: Montar internamente a faixa central também nos veículos com o opcional air bag, incluindo o complemento esquerdo, reduzindo o número de painéis de instrumentos de 4.448 para 2.224.

Essa proposta foi reprovada pelo Diretor Industrial, pois aumentaria o número de homens por veículo, apesar dos benefícios nas atividades dos vários serviços de apoio à oficina, das diretorias de Engenharia, de Compras, do Financeiro, da Comercial e

Figura 4: Componentes objeto da

Fonte: Autores.

da Industrial.

3)Situação anterior: Chicotes painel específicos com derivação para o opcional rádio e chicotes painéis específicos com derivação para o opcional comando rádio no volante.

Situação proposta: Chicotes comuns predispostos para as duas funções,reduzindo o número de desenhos de 2.224 para 1.392.

Essa proposta não foi considerada, pela Engenharia do Produto, pois outro opcional, referente ao comando câmbio no volante determinou uma condição técnica que exigiu ainda mais o aumento do número de desenhos dos painéis.

4)Situação anterior: Cores diferentes dos componentes dos painéis de instrumentos entre as versões 2V (dois volumes = versão hatch) e 3V (três volumes = versão sedan).

Situação proposta: Unificação das cores e consequentemente dos painéis de instrumentos entre as versões, reduzindo o número de desenhos de 1.392 para 1.104.

Essa Proposta foi reprovada pelo Diretor do Produto, pois envolvia um componente que deveria ser mantido para diferenciar uma versão da outra, sendo necessárias as cores diferentes, entre as versões.

5)Situação anterior 1: Volantes específicos em couro e volantes específicos com comando rádio no volante (Figura 5).

Situação proposta 1: Volantes com comando rádio no volante somente vinculado ao revestimento em couro, reduzindo o número de desenhos de 30 para 18.

Situação anterior 2: Volantes com cores diferentes entre as versões.

Situação proposta 2: Unificar volantes coloridos de uma versão com a outra, reduzindo os desenhos de 18 para 10.

Essas duas propostas não foram aprovadas pelo Produto.

Figura 5: Volantes em couro com comando rádio no volante e sem comando.

Fonte: Autores.

6)Situação anterior: Tampa vão de carga e passador do cinto de segurança em

duas cores diferentes (figura 6).

Situação proposta: Adotar uma só cor para as duas peças.

Figura 6: Tampa vão de carga e passador do cinto de segurança.

Fonte: Autores.

Essa proposta foi aprovada, pois as peças de cores diferentes não seriam notadas pelos clientes, por se localizarem na parte posterior do veículo.

7)Situação anterior: Elementos de fixação com características muito parecidas usados em várias aplicações.

Situação proposta: Padronizar os elementos já aprovados pelo uso.

As propostas desse tipo, que não alteram as características estéticas, nem impactam nas exigências das áreas de Produto e de Estilo, são mais fáceis de serem aprovadas, pois dependem apenas da formalização dos testes de montabilidade e de funcionalidade.

8)Situação anterior: Moldura interna dos apóia-braços em três cores (figura 7).

Situação proposta: Reduzida uma das cores da moldura, reduzindo o número de desenhos de 18 para 12.

Figura 7: Tampa vão de carga e passador do cinto de segurança.

Fonte: Autores.

A aprovação dessa proposta, pelo diretor do Produto, teve um significado especial, menos pelo fato de ter sido a primeira proposta de padronização que foi aprovada, do que por ter quebrado o paradigma de superar um dos fatores críticos que é a razão de estilo que justifica a diversidade de peças em várias cores, como diferencial para atrair clientes.

A padronização não visa impedir a customização, visto que a existência de um design único e personalizado aproxima o consumidor do produto, conforme levantado por Santos e Silveira (2011). No entanto, é necessário que "os esforços sejam voltados para a personalização somente nos pontos em que ela é necessária ou desejada" (Gilmore e Pine, 2000) *apud* (Santos e Silveira, 2011).

Ressalta-se que a padronização muitas vezes ocorre em componentes não visíveis ao consumidor final, não afetando, portanto, o design do produto. Segundo Quelch *et al. (*1994) *apud* Santos e Silveira (2011), a alta variedade de componentes oferece riscos a longo prazo ao promover o excesso de segmentação, o que pode tornar confusa a função estratégica dos produtos.

3.2. MÉTODO DE REDUÇÃO DA COMPLEXIDADE

A partir das primeiras situações identificadas e do desenvolvimento de suas soluções, pode-se estabelecer um método a ser aplicado nas demais situações que possam ser apresentadas.

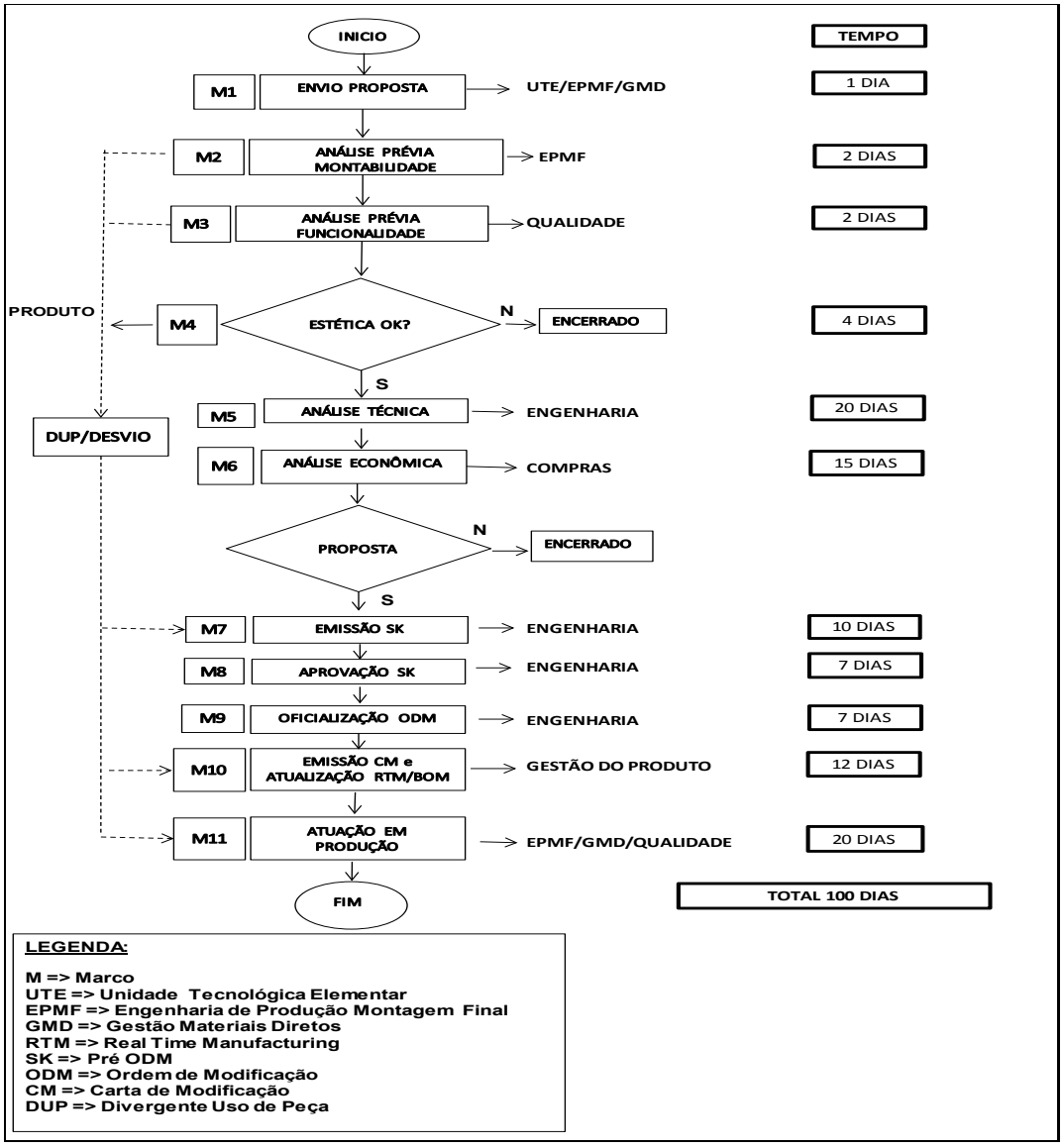
A figura 8 representa o método proposto e implementado por uma equipe interna à empresa, dentro da indústria automobilística.

Para construção do processo de redução da complexidade, a prática das atividades com base no fluxo da informação e na sequência dos marcos definidos seria fundamental. A gestão diferenciada, com base em tempos de exe-

cução das atividades bem definidas para cada marco, também, seria muito importante, pois esse processo teria um tempo médio de percurso previsível, em torno de 100 dias. Passou-se a usar uma planilha de acompanhamento das propostas, predisposta para registrar as datas de conclusão de cada atividade. Dessa forma, a diferença de uma data do último marco pela do marco anterior forneceria o tempo de execução da atividade. Como se sabe que seria natural a ocorrência de atrasos no desenvolvimento das atividades, se não houver um acompanhamento sistemático e as devidas cobranças, por parte dos responsáveis, esta planilha, com as datas de conclusão de cada atividade, poderia ser usada como um eficiente recurso de gestão do processo.

Mudou-se o fluxo do processo inicialmente proposto, para torná-lo mais próximo do modo de proceder, pois percebeu-se que a análise econômica deveria ser efetuada preliminarmente, antes da montabilidade e funcionalidade das peças propostas. O tempo de percurso do processo, que passou para 120 dias, considerando o ciclo preliminar de 30 dias, passou a ser um objetivo a ser perseguido pelo grupo. Foram preparadas várias situações gerenciais de controle do processo, para se obter a previsibilidade de atuação das propostas e a contenção das dispersões em limites mínimos e bem definidos.

Figura 8: Método de simplificação de processos.



Fonte: Autores.

Com este método foi possível experimentar uma série de procedimentos e práticas de trabalho vivenciando as dificuldades encontradas nos momentos de desenvolvimento das propostas e de controle e cobrança das conclusões das tarefas, visando a mudança de fase do processo de padronização de componentes.

A cobrança sistemática das

pendências aos responsáveis foi necessária. Esse ponto passou a merecer uma atenção especial, no sentido de se criar uma consciência coletiva no grupo, em função da importância da redução da complexidade para a empresa e do papel diferenciado que cada integrante do grupo deveria desempenhar para o alcance dos resultados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere às limitações encontradas para a redução da complexidade , pode-se apontar o elevado volume de propostas reprovadas pelos motivos de estilo, técnicos e econômicos; os atrasos, relativamente grandes, na conclusão de tarefas, por parte dos responsáveis não pertencentes ao Grupo. Esses fatores limitadores não estão contribuindo para um resultado melhor, por falta de uma consciência coletiva forte, que ainda não existe, mas que começa a se difundir e espalhar pela organização aos poucos.

Outros benefícios referem-se que a simplificação de componentes reduz os caminhões nas estradas e, consequentemente, as emissões de poluentes na atmosfera; o fornecedor reduz sua variação; a padronização gera economia de espaço e melhor saturação de caminhões, redução de set up nos fornecedores, redução de consumo de energia, redução da movimentação de máquinas no interior das plantas, redução de consumo de combustível utilizado no transporte in bound.

Em relação às condições necessárias na empresa para a redução da complexidade, pode-se relacionar: maior apoio da Engenharia do Produto, do Marketing e das Compras; a morosidade em implantar as ideias; pouca agilidade de respostas às propostas por parte da Engenharia do Produto; o impedimento do cumprimento das metas devido à análise econômica por parte de Compras, à análise técnica por parte da Engenharia e à análise estética por parte do Produto, reprovando grandes partes das propostas; o ritmo distinto com que caminham as diferentes áreas envolvidas no processo; as particularidades que cada setor possui e o paradigma de mudar pensamentos que há muito estão alienados com um processo focado mais nas necessidades das próprias áreas do que numa visão geral e sistêmica; os trâmites existentes e as saturações das pessoas em suas respectivas atividades; a falta de conhecimento das áreas envolvidas, gerando falta de comprometimento e falta de autonomia para tomadas de decisões do grupo, referentes a propostas consideradas positivas; a falta de valorização dos ganhos e benefícios da padronização de componentes e reconhecimento das perdas e desperdícios dos componentes com grande semelhança; a necessidade de se adequar a cada nova situação; o aumento de custo e/ou divergências da redução da complexidade com interesses da área do Produto, o que inviabiliza a unificação de componentes; a burocratização dos processos e o atraso no retorno das áreas envolvidas.

5.REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 7.ed. BELO HORIZONTE: EDG, 1999. 276p

COELHO, Carlos Daniel Pinto. A simplificação dos processos de produção e de gestão de materiais diretos na indústria automobilística: Um estudo de caso de uma montadora de veículos. Repositório de Conteúdo Digital da UFSC, 2013, 105 p. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental Profissional. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/106944/318376.pdf?sequence=1>

DEMING, E., org.Out of Crisis. Cambridge, MIT, 1986.

HUBBARD, Douglas W.. Como Mensurar Qualquer Coisa - Encontrando o Valor do que É Intangível nos Negócios. 1. Ed. Tradução Ebreia

de Castro Alves. Qualitymark, 2009. 376p.

LUDKE, M e ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

MELLO, Carlos. Métodos Qualitativos: Pesquisa-ação. Aula 11. Disponível na internet por http em: <http://www.carlos.mello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Slides--Mestrado/Metodologia_Pesquisa_2012-Slide_Aula_11_Mestrado.pdf> Acesso em 11 ago. 2014

MORIN, Edgar. Introdução ao Pensamento Complexo. Porto Alegre: Sulina, 2006.Revista Auto Esporte. Aceleramos, PRIMEIRA VOLTA. Dodge Dart, Ed. Globo, Junho/2012. P. 46 a 50.

SANTOS, Flávio Anthero Nunes Vianna. SILVEIRA, Túlio César Lenzi. Relações entre a customização em massa e o design de produtos industriais. Florianópolis: Sistema e Gestão Revista Eletrônica, 2011. Disponível na internet por http em: <www.uff.br/sg/index.php/sg/article/download/.../V6N4A2> Acesso em 13 ago. 2014

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 2. Ed. Tradução Maria Tereza Corrêa de Oliveira, Fábio Alher. Revisão Técnica Henrique Luiz Corrêa. São Paulo: Atlas, 2002. 750p.

THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-ação. 14™ edição. São Paulo: Cortez Editora,2005.

WIEMES, Leandro; BALBINOTTI, Giles. A padronização de processo produtivo em uma indústria automobilística: uma análise teórico prática. Gestão e Tecnologia Industrial. Belo Horizonte, mai. 2009. Seção artigos. Disponível na internet por http em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/855> Acesso em: 12 ago. 2014

ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DE PRODUÇÃO DO CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO UTILIZANDO AGREGADOS ENCONTRADOS NA REGIÃO DO VALE DO ITAJAÍ

Rodrigo Catafesta Francisco (FURB);

Abrahão Bernardo Rohden (FURB); Joel Dias da Silva, Dr. (FURB)

PALAVRAS CHAVE
Concreto de Alto Desempenho, Dosagem, Agregados
KEY WORDS
High Performance Concrete; Dosage; Aggregates

RESUMO

Na Engenharia, uma grande variedade de materiais e produtos entra no mercado a cada dia, porém, é sempre necessário realizar uma avaliação crítica para identificar aquilo que realmente trará vantagens para o cliente, e verificar qual é a tecnologia mais adequada para cada caso. Realizou-se uma pesquisa no Vale do Itajaí para identificar os agregados presentes na região, após a identificação dos agregados, amostras foram trazidas ao laboratório para a caracterização destes agregados e então verificar a viabilidade da produção do concreto de alto desempenho (CAD) utilizando os mesmos. O referencial teórico traz definições de traços, adições, agregados, aditivos, aglomerantes, entre outros componentes utilizados para a produção de concreto, para então, indicar as diferenças e vantagens técnicas e econômicas que existem entre o concreto convencional e o CAD. O trabalho aponta a evolução do CAD e de alguns de seus componentes ao longo da história. Com a evolução destas tecnologias é natural que as normas técnicas aumentam as exigências em relação à qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado cada vez mais. Foram levantados alguns dos cuidados para a execução de obras, pois a utilização do CAD requer um alto controle tecnológico, tanto por parte da usina de concreto, como por parte da empresa que realiza a execução. Foram elaborados traços de CAD com diferentes relações de Água/Aglomerante para cada tipo de agregado, e os resultados encontrados nos ensaios de resistência a compressão axial nos traços de A/Ag 0,2 superaram os 90 MPa estabelecidos pela ABNT:NBR 6.118 (ABNT, 2014), os ensaios de compressão diametral ficaram próximos de 10 MPa e no ensaio de módulo de elasticidade dinâmico destacou o basalto como rocha que possui o maior módulo de elasticidade. As conclusões da pesquisa provam que a região do Vale do Itajaí tem potencial para produzir CAD, e permitir que ele seja produzido e utilizado na região.

ABSTRACT

In Engineering, a large variety of materials and products enter the market every single day, however, it is always necessary to make a critical assessment to identify what really will benefit the customer, and find what the most appropriate technology for each case is. A search in Itajaí Valley was performed aimed to identify the aggregates in the region, after the identification of the aggregates, the samples were brought to the laboratory for the characterization of these aggregates and then check the viability of high performance concrete (HPC) production using this aggregates. The theoretical referential brings definitions of concrete mixtures, additions, aggregates, additives, binders, and other components used in production of concrete, then, indicate technical and economic differences and advantages that exist between conventional concrete and HPC. The work shows the evolution of HPC and some of its components throughout history. With the evolution of these technologies is natural increase technical requirements for quality and durability of concrete structures reinforced more and more. Some care for the execution of works have been raised, as the use of HPC requires a high technological control, both by the concrete plant, as by the firm carrying out the execution. HPC mixtures were made with different ratios of water/binding agent for each aggregates type, and the results found in the axial compression endurance tests in the mixes of water/binding 0.2 exceeded 90 MPa set by the NBR 6118 (ABNT, 2014), the diametrical compression tests were close to 10 MPa and the module test dynamic elasticity highlighted the basalt rock as it has the highest modulus of elasticity. The research findings prove that the Itajaí Valley region has the potential to produce CAD, and allow it to be produced and used in the region.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a Engenharia Civil evoluiu muito, e assim permitiu com que os seus profissionais se tornassem cada vez mais ousados na hora de conceber novas estruturas. Isto ocorreu, principalmente, pela evolução na disponibilidade de materiais, onde os mesmos se tornaram mais acessíveis, e cada vez apresentam características melhores e vantagens como maior resistência à compressão por unidade de custo, peso e volume (MEDEIROS & DIAS, 2013). Um exemplo de material que obteve uma grande evolução foi o concreto, onde até antes da década de 60, ele possuía resistências máximas entre 15 e 20 MPa, e era considerado bom apenas para ser utilizado em fundações, pisos ou com função de proteger outros elementos estruturais contra a ação do fogo (FRANCO & REGATTIERI, 2007).

Durante a década de 60, engenheiros conseguiram triplicar a resistência do concreto na cidade de Chicago (EUA), onde o concreto atingiu os 60 MPa de resistência característica a compressão, que para a época foi o limite máximo de resistência até surgirem os superplastificantes na década de 70, e com eles o termo "concreto de alta resistência", pois este concreto possuía uma resistência à compressão relativamente maior do que o concreto comum da época. A partir da década de 80 as dosagens de superplastificantes foram aumentando pouco a pouco, e o concreto alcançando resistências cada vez maiores (BERTOCINI & SCHIMIDT, 2007).

Com o passar do tempo, surgem várias classificações para o concreto de acordo com as suas características. A ABNT:NBR 8.953 (ABNT, 1992), divide o concreto em classes de acordo com a resistência característica à compressão, onde na Classe I se enquadram concretos com resistência até 50 MPa, e na Classe II, entram os concretos que possuem resistência entre 55 e 80 MPa. Nesta grande evolução, alguns autores se destacaram e criaram novas classificações e categorias de concretos. Aïtcin (2000) defendeu que os concretos com a relação Água/Aglomerante inferior a 0,4 indicava que o concreto pertencia à classe de concretos de alto desempenho, e esta é a barreira que divide a classe do concreto convencional da classe de concreto de alto desempenho. Já, outros autores como Mehta (1994), estipularam que o concreto é de alto desempenho quando sua resistência característica à compressão for maior ou igual a 40 MPa. Neste cená-

rio, o concreto é hoje um material relativamente barato, possui um consumo elevado no mundo inteiro pelas vantagens em relação à trabalhabilidade, durabilidade, e a facilidade de modelar as estruturas nas mais diversas formas.

Os projetos estruturais que utilizam o concreto de alto desempenho utilizam as recomendações da ABNT:NBR 6118 (ABNT, 2014), porém esta utilização do CAD exige cuidados especiais, pois os erros de dosagem e de execução tornam-se mais graves em função de ser utilizado menos aço nas armaduras. O CAD permite a redução da seção de pilares, mas é preciso ter um cuidado especial também ao verificar as ações do vento sobre a edificação de acordo com a ABNT:NBR 6123 (ABNT, 1988), pois em edifícios altos, possuir a seção reduzida pode prejudicar a resistência da estrutura contra o vento (DAFICO, 2012).

Essencialmente a obtenção do concreto, inicia-se com a fabricação do cimento, onde o processo inicia-se com a moagem, mistura e queima de calcário, argila e minério de ferro para a obtenção do clínquer. O Cimento Portland é obtido da mistura deste clínquer com gesso. Após obter o cimento, a mistura do cimento com água forma a pasta. A mistura da pasta com areia (agregados miúdos) forma a argamassa. E por fim, a mistura da argamassa com a brita (agregados graúdos) forma o concreto convencional (SANTOS, *et al.,* 2013). Para a melhoria de algumas características do concreto, podem ser utilizados aditivos superplastificantes, ou adições minerais, onde as mais comuns são a escória, o fíler calcário e as pozolanas (COSTA, *et al.*, 2007).

Para chegar ao concreto de alto desempenho, as adições precisam apresentar características melhores como, por exemplo, a alta reatividade dos materiais, então se utilizam as superpozolanas, como a sílica ativa e o metacaulim. Quando o concreto utiliza a sílica ocorre a minimização da exsudação e o aumento da coesão da pasta de cimento (VELOSO, *et al.*, 2012).

Várias pesquisas como a de Neville (1997), procuram por novos materiais que possam otimizar características do concreto, tanto para obter menor porosidade, quanto para obter maior trabalhabilidade e plasticidade, ou ainda maior resistência. Atualmente muitos materiais como o bagaço da cana-de-açúcar e as cinzas da casca de arroz apresentam um bom desempenho como superpozolanas para servirem de adições ao concreto de alto desempenho. A vantagem destes novos materiais, é que cada região que produz concreto de alto desempenho pode utilizar o material mais acessível para melhorar o desempenho da pasta, visando o menor custo de produção (ALVES, *et al.*, 2011).

Em relação ao restante dos materiais necessários para a produção do concreto de alto desempenho, a seleção dos agregados tem grande importância, pois dependendo do tipo de agregado escolhido, ele pode tornar-se o elemento mais fraco dentro do concreto, levando o concreto a romper pela resistência do agregado. Então, para garantir a viabilidade da produção do concreto de alto desempenho na região de Blumenau, esta pesquisa procurou identificar os tipos ideais de agregados encontrados na região, para viabilizar a produção do concreto de alto desempenho (BACARJI, *et al.,* 2014). O CAD apresenta também um caráter sustentável, pois com a capacidade de alta resistência ele reduz o volume de materiais consumidos nas estruturas (VALIN JR, *et al.,* 2013).

Diante do cenário ora levantado, surge o questionamento: os agregados da região do Vale do Itajaí possuiriam potencial e características adequadas para serem utilizados na produção do concreto de alto desempenho?

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho caracterizou-se como uma pesquisa exploratória, onde os diferentes tipos de rochas encontrados com abundância na região do Vale do Itajaí constituíram-se como a população para esta pesquisa. Para a obtenção das amostras de agregados graúdos, buscou-se o auxílio de empresas da região do setor de extração e britagem de rochas. Buscando verificar a viabilidade da produção de concreto de alto desempenho na região, realizou-se uma pesquisa de campo nos municípios de Blumenau, Ibirama e Pouso Redondo, reunindo amostras de agrega-

do graúdo comercializado por empresas de britagem em cada município. A localização destes municípios é indicada na Figura 1.

Em cada central produtora de agregado para concreto, foram coletadas amostras britadas que são comercializadas como brita 0 e brita 1, e também blocos de rocha que não passaram pelos britadores. O primeiro local visitado foi a central de britagem no município de Ibirama onde a rocha mais abundante é o granito. A visita ao local ocorreu no dia 13/05/2014, e a britagem é realizada por britadores do tipo VSI. O segundo local visitado foi a central de britagem do município de Blumenau, onde a rocha mais abundante é a gnaisse. A visita ocorreu no dia 26/05/2014, e neste local a britagem também é feita por britadores do tipo VSI. O último local visitado foi a central de britagem do município de Pouso Redondo, onde a rocha mais abundante é o basalto. A visita ocorreu no dia 27/05/2014, e o processo de britagem deste local utiliza britadores do tipo mandíbula e de cone. Estas amostras coletadas foram levadas até o laboratório, onde foi realizada a caracterização do material, através de ensaios de compressão da rocha, análise granulométrica e índice de forma pelo método do paquímetro.

Figura 1 – Localização das cidades de coleta dos agregados

Fonte: Google Maps, 2014

Para elaborar os diferentes traços de concreto, procurou-se padronizar o maior número de características nos traços de concreto. Os traços foram construídos por uma planilha em Excel, que foi baseada no método proposto por Aïtcin (2000). Os materiais utilizados para cada traço foram pesados e colocados próximos à betoneira para facilitar a utilização dos mesmos.

Começava-se sempre com a adição de agregado graúdo e uma parte de água para umedecê-los. Em seguida, adicionava-se o cimento CP V-ARI e a sílica ativa, e outra parte de água para aumentar a fluidez dentro da betoneira. Para finalizar, foram adicionados o agregado miúdo, o restante de água e o aditivo superplastificante até atingir a trabalhabilidade desejada do concreto. Com a mistura de concreto pronta, foi possível realizar o ensaio de abatimento do concreto pelo tronco de cone, seguindo os procedimentos descritos na ABNT:NBR NM 67 (ABNT, 1996).

Neste ensaio, preenche-se o cone metálico com o concreto em três camadas com aproximadamente um terço da altura do cone, onde após preenchidas, aplicam-se 25 golpes com uma haste metálica lisa de 16 mm. Após o cone ser totalmente preenchido, ele é removido em um movimento vertical sem torções, e o abatimento é dado pela diferença entre a altura original do molde e a altura média do corpo de prova desmoldado. A moldagem dos corpos-de-prova foi realizada em duas camadas de concreto, onde cada camada recebeu 12 golpes para o adensamento como orientado pela ABNT:NBR 5738 (ABNT, 2003). Os corpos-de-prova moldados foram identificados, e em 24 horas após a moldagem, foram desformados e submersos em água para realizar o processo de cura durante 28 dias.

Decorridos os 28 dias necessários para a cura do concreto, os corpos de prova foram retificados e encaminhados para a realização do ensaio de compressão axial. Neste ensaio, os corpos de prova são posicionados em uma prensa,

onde uma carga vertical é aplicada progressivamente, até que ocorra a ruptura do concreto. Para a apresentação dos resultados a ABNT:NBR 5739 (ABNT, 2007) orienta a observação do tipo de ruptura do corpo-de-prova. Foram também realizados alguns ensaios de compressão diametral seguindo as orientações da ABNT:NBR NM 8 (ABNT, 1994) que orienta a utilização de corpos-de-prova cilíndricos, com 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Os corpos-de-prova foram colocados na prensa entre duas pequenas tiras de madeira com dimensões de 15 mmx3,5mmx200 mm. A carga é aplicada e a ruptura ocorre por tração, dividindo o corpo-de-prova exatamente ao meio.

3. RESULTADOS

Com o objetivo de melhorar a interpretação dos resultados, procurou-se reduzir o número de variáveis no planejamento dos traços. O teor de sílica ativa adotado foi de 10% da massa total de cimento, sendo assim, o volume absoluto de aglomerante será formada com 91% de cimento e 9% de sílica ativa. O teor de água em 145 l/m³ sendo este sugerido pelo próprio método de Aïtcin (2000) como estimativa inicial. O teor de agregado graúdo adotado foi 1.050 kg/m³ seguindo a orientação do referencial teórico onde Aïtcin (2000) recomenda este valor tendo em vista a forma da

Tabela 1 - Traços de concreto utilizados no trabalho

Rocha Tipo de agregado	Zero	Basalto	1	Zero	Gnaisse	1	Zero	Granito	1
Relação A/Ag	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4
Água (kg/m³)	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0
Cimento (kg/m³)	659,8	659,8	329,9	659,8	659,8	329,9	659,8	659,8	329,9
Silica ativa (kg/m³)	65,3	65,3	32,6	65,3	65,3	32,6	65,3	65,3	32,6
Agregado Graúdo (kg/m³)	1050,0	1050,0	1050,0	966,2	965,5	965,5	895,9	900,8	900,8
Agregado Miúdo (kg/m³)	620,4	626,2	949,1	626,2	626,2	949,1	626,2	626,2	949,1
Aditivo superp. (kg/m³)	7,3	7,3	3,6	7,3	7,3	3,6	7,3	7,3	3,6
TOTAL (kg/m³)	2547,7	2553,4	2510,2	2469,6	2468,9	2425,7	2399,3	2404,2	2361,0

partícula. A massa de agregado miúdo é calculada automaticamente através da planilha utilizando o método do volume absoluto proposto no método do ACI 211 (*apud* (NEVILLE, 1997), pois ele utiliza o volume faltante para completar o metro cúbico de concreto para encontrar a massa de areia necessária.

Os resultados obtidos pelo ensaio de compressão axial estão apresentados na Tabela 2.

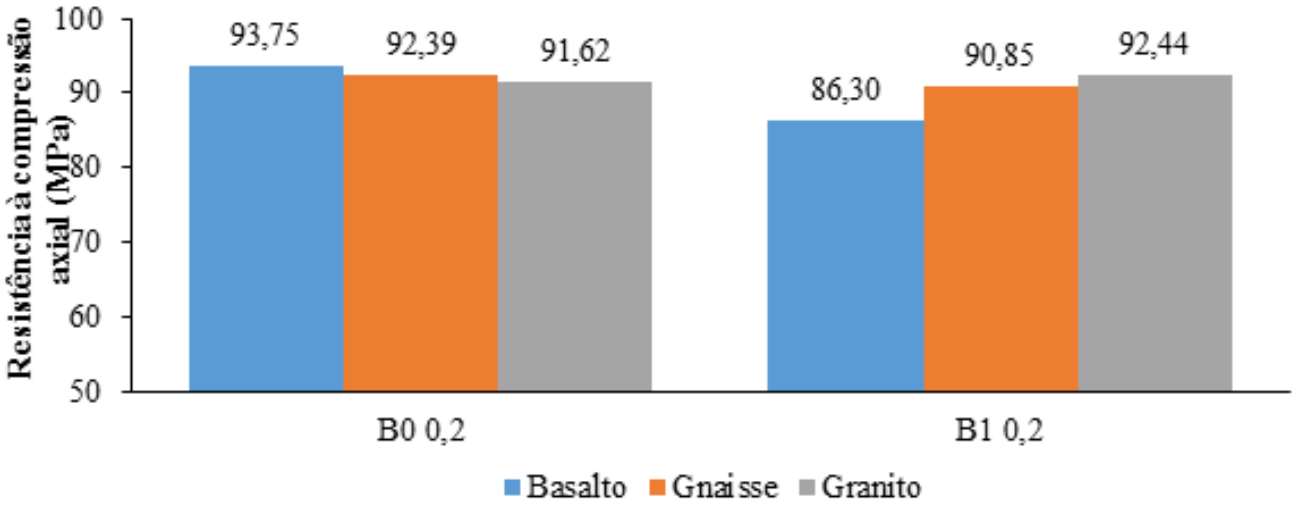
Dispondo os resultados obtidos no ensaio de compressão axial dos traços que possuíam a relação A/Ag = 0,2 no Gráfico 1, é possível observar que o basalto e a gnaisse obtiveram a média de resultados melhor nos traços que utilizavam

Tabela 2. Resultados do ensaio de compressão axial

Agregado	Traço	Carga de Ruptura (MN)	Resistência à Compressão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coeficiente de Variação (%)
Basalto	B0 0,2	0,7010	89,255	93,75	5,91	6,3
Basalto	B0 0,2	0,7191	91,553			
Basalto	B0 0,2	0,7889	100,449			
Gnaisse	B0 0,2	0,7379	93,952	92,39	8,95	9,7
Gnaisse	B0 0,2	0,6500	82,758			
Gnaisse	B0 0,2	0,7889	100,449			
Granito	B0 0,2	0,6249	79,559	91,62	11,11	12,1
Granito	B0 0,2	0,7371	93,853			
Granito	B0 0,2	0,7968	101,449			
Basalto	B1 0,2	0,7138	90,884	86,30	7,92	9,2
Basalto	B1 0,2	0,7137	90,871			
Basalto	B1 0,2	0,606	77,158			
Gnaisse	B1 0,2	0,7076	90,094	90,85	0,70	0,8
Gnaisse	B1 0,2	0,7185	91,482			
Gnaisse	B1 0,2	0,7144	90,960			
Granito	B1 0,2	0,6624	84,339	92,44	7,02	7,6
Granito	B1 0,2	0,7556	96,206			
Granito	B1 0,2	0,76	96,766			
Basalto	B1 0,4	0,5342	68,016	71,161	2,78	3,9
Basalto	B1 0,4	0,5668	72,167			
Basalto	B1 0,4	0,5757	73,300			
Gnaisse	B1 0,4	0,5581	71,059	69,408	3,94	5,7
Gnaisse	B1 0,4	0,5675	72,256			
Gnaisse	B1 0,4	0,5098	64,910			
Granito	B1 0,4	0,5661	72,078	72,689	0,87	1,2
Granito	B1 0,4	0,5787	73,682			
Granito	B1 0,4	0,5679	72,307			

apenas a brita zero (B0), enquanto o granito obteve a média mais alta nos traços que utilizavam a brita 1 (B1).

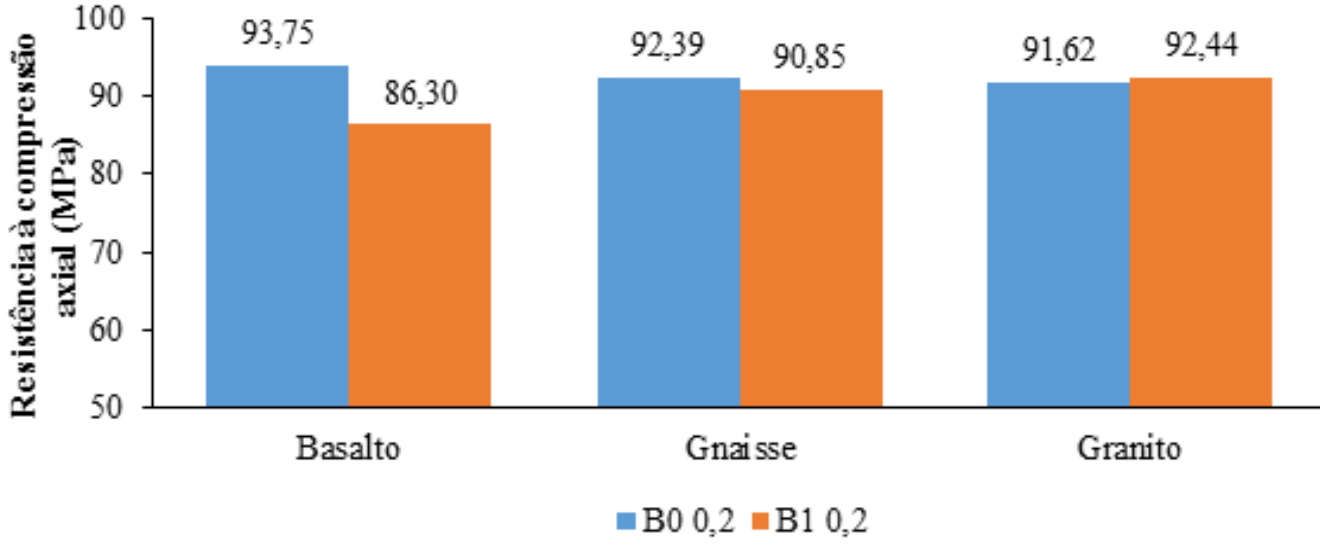
Gráfico 1 – Resistências obtidas em compressão axial nos traços de A/Ag = 0,2



Este resultado descrito ocorreu, porque um dos corpos de prova de granito com brita zero obteve uma resistência relativamente mais baixa que os demais, onde a hipótese mais provável é que tenha ocorrido um erro no adensamento das camadas do corpo de prova, ocasionando assim, esta resistência inferior que acabou comprometendo a média.

Em relação ao Gráfico 2, é importante observar que a menor média de resistência encontrada foi a dos traços que utilizam basalto com brita 1.

Gráfico 2 – Comparação entre diâmetros diferentes para mesma relação A/AG



A justificativa mais viável para este acontecimento, é que como a central de britagem que extrai o basalto não utiliza britadores VSI, os agregados de maior dimensão acabam permanecendo com fissuras, ou pontos frágeis, além de que se a central utilizasse o britador VSI, além de evitar que os agregados permaneçam com as fissuras internas, haveria um pequeno ganho no índice de forma.

Para os traços com a relação de A/Ag = 0,2, os resultados foram satisfatórios, pois mesmo com os agregados de dimensões diferentes, os resultados encontrados no ensaio de resistência à compressão axial para esta relação foram muito próximos. Ao realizar a comparação de resultados obtidos entre relações A/Ag diferentes, que neste caso seriam as relações 0,2 e 0,4 para traços elaborados com agregados de basalto,

gnaisse e granito, os resultados também atenderam ao esperado.

O Gráfico 3 compara os resultados encontrados nos ensaios, e a conclusão obtida foi de que, como o esperado, a relação A/Ag de 0,4 obteve uma resistência menor do que a relação A/Ag de 0,2, mas que mesmo assim, os resultados com a relação 0,4 são muito próximos.

Essa proximidade pode ser explicada, pois o ponto que determinou a resistência do concreto foi a pasta de cimento, que neste caso é o componente mais fraco da mistura.

Para os ensaios de resistência à compressão diametral, os resultados obtidos pela compressão diametral foram apresentados no Tabela 3:

Gráfico 3 – Comparação entre traços com relação A/Ag diferentes

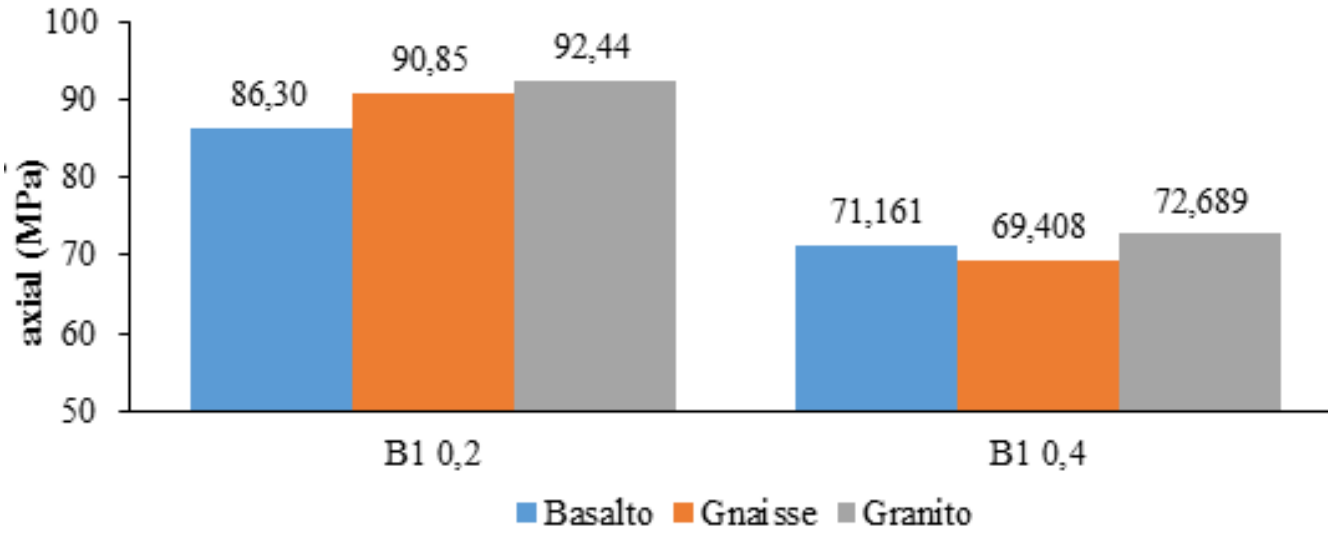


Tabela 3 - Resultados do ensaio de compressão diametral

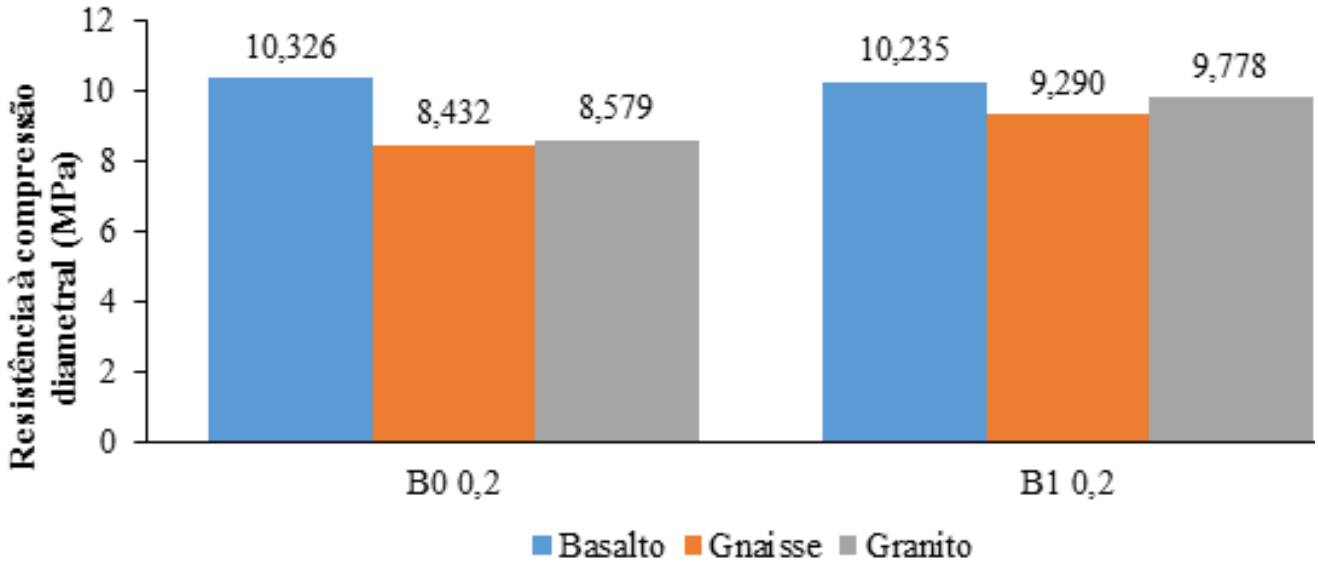
Agregado	Traço	Carga de Ruptura (MN)	Resistência à Compressão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coeficiente de Variação (%)
Basalto	B0 0,2	0,1938	9,689	10,326	0,70	6,8
Basalto	B0 0,2	0,2216	11,081			
Basalto	B0 0,2	0,2041	10,207			
Gnaisse	B0 0,2	0,1629	8,145	8,432	0,27	3,2
Gnaisse	B0 0,2	0,1737	8,686			
Gnaisse	B0 0,2	0,1693	8,465			
Granito	B0 0,2	0,1672	8,360	8,579	0,24	2,8
Granito	B0 0,2	0,1768	8,838			
Granito	B0 0,2	0,1708	8,541			

Basalto	B1 0,2	0,1558	7,790	10,235	2,12	20,7
Basalto	B1 0,2	0,2265	11,325			
Basalto	B1 0,2	0,2318	11,590			
Gnaisse	B1 0,2	0,2003	10,015	9,290	2,70	29,1
Gnaisse	B1 0,2	0,2311	11,555			
Gnaisse	B1 0,2	0,126	6,300			
Granito	B1 0,2	0,2081	10,405	9,778	1,71	17,5
Granito	B1 0,2	0,1568	7,840			
Granito	B1 0,2	0,2218	11,090			
Basalto	B1 0,4	0,1982	9,910	9,882	0,24	2,5
Basalto	B1 0,4	0,2022	10,110			
Basalto	B1 0,4	0,1925	9,625			
Gnaisse	B1 0,4	0,20472	10,236	10,444	0,74	7,1
Gnaisse	B1 0,4	0,1965	9,825			
Gnaisse	B1 0,4	0,2254	11,270			
Granito	B1 0,4	0,1376	6,880	6,590	0,25	3,8
Granito	B1 0,4	0,1289	6,445			
Granito	B1 0,4	0,1289	6,445			

No ensaio de compressão diametral, observou-se que a maior média de resistência foi a do traço de basalto que utilizava apenas brita zero como demonstrado no Gráfico 4.

É importante observar que nos traços de brita 1, a variabilidade de resistência entre os diferentes agregados foi menor, e também nestes mesmos traços, a média das resistências registradas nos ensaios foi maior do que nos traços que utilizavam apenas a brita zero. Uma com-

Gráfico 4 - Resistências obtidas em compressão diametral nos traços de A/Ag = 0,2



plicação que ocorreu durante os ensaios que pode ter causado estas variações, é que como as cargas aplicadas nos corpos-de-prova são elevadas, a madeira utilizada como material de apoio para o ensaio acaba sendo esmagada, e na ruptura do corpo-de-prova pode causar grandes coeficientes de variação (ROHDEN, *et al.*, 2014)

Comparando os resultados entre o mesmo tipo de agregado, observou-se que o basalto obteve o maior resultado em ambos os traços, e com uma variabilidade muito pequena entre os resultados, como é possível observar no Gráfico 5.

O ensaio com o traço de relação A/Ag = 0,4, teve tanto a maior média de resistência encontrada como também a menor, como exposto no Gráfico 6. A maior média obtida pode ter ocorrido em função das variações causadas pelo esmagamento do material de apoio feito de madeira, como citado anteriormente, porém o resultado do granito se justifica pela quantidade de material pulverulento presente nos agregados, que pode ter causado um descolamento dos mesmos da pasta de cimento, levando ao colapso do corpo-de-prova.

Gráfico 5 - Comparação entre diâmetros diferentes para mesma relação A/AG

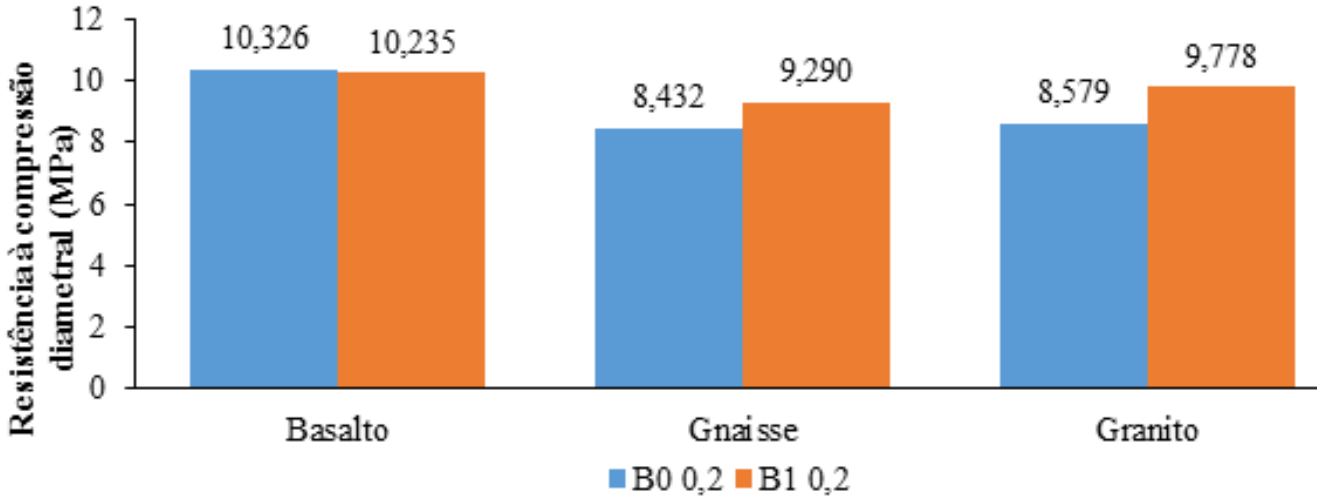
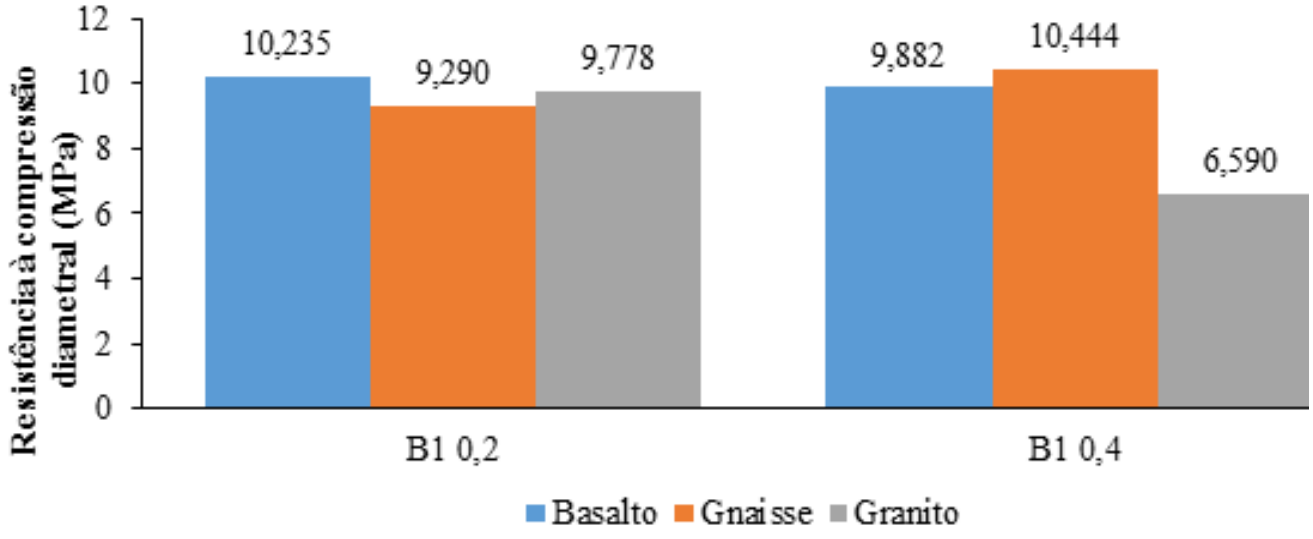
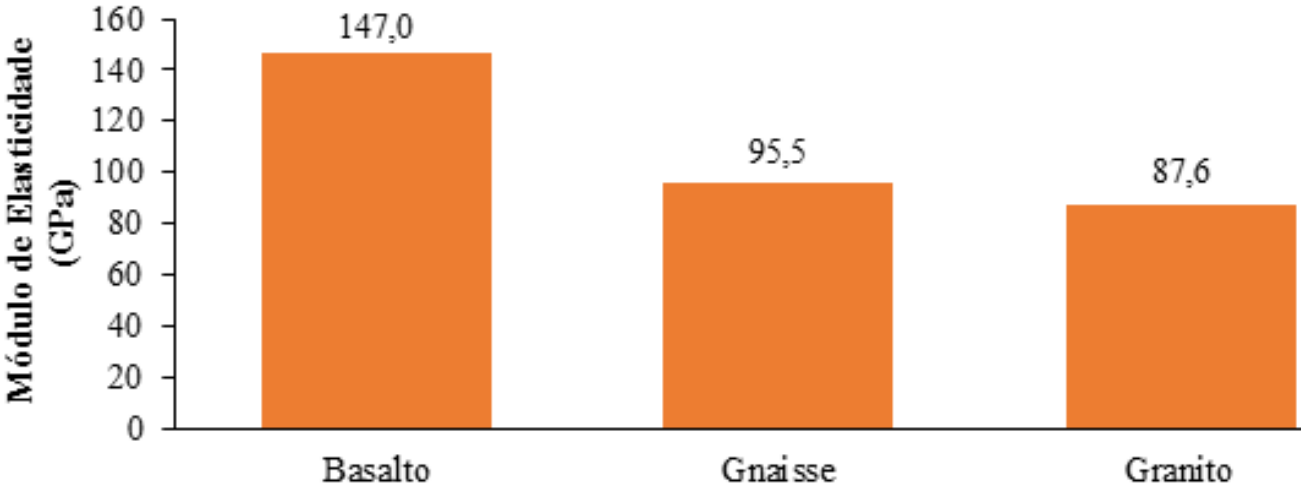


Gráfico 6 - Comparação entre traços com relação A/Ag diferentes



Os primeiros corpos de prova submetidos ao ensaio de módulo de elasticidade foram das rochas, onde os resultados estão presentes no Gráfico 7:

Gráfico 7 - Módulo de elasticidade das rochas



Como pode ser observado, basalto é a rocha com maior módulo de elasticidade, porém, apesar de o granito e a gnaisse apresentarem módulos semelhantes, a gnaisse é uma rocha estratificada, e o ensaio foi realizado considerando o pior caso, ou seja, o valor encontrado

Tabela 4 - Resultados do módulo de elasticidade do concreto

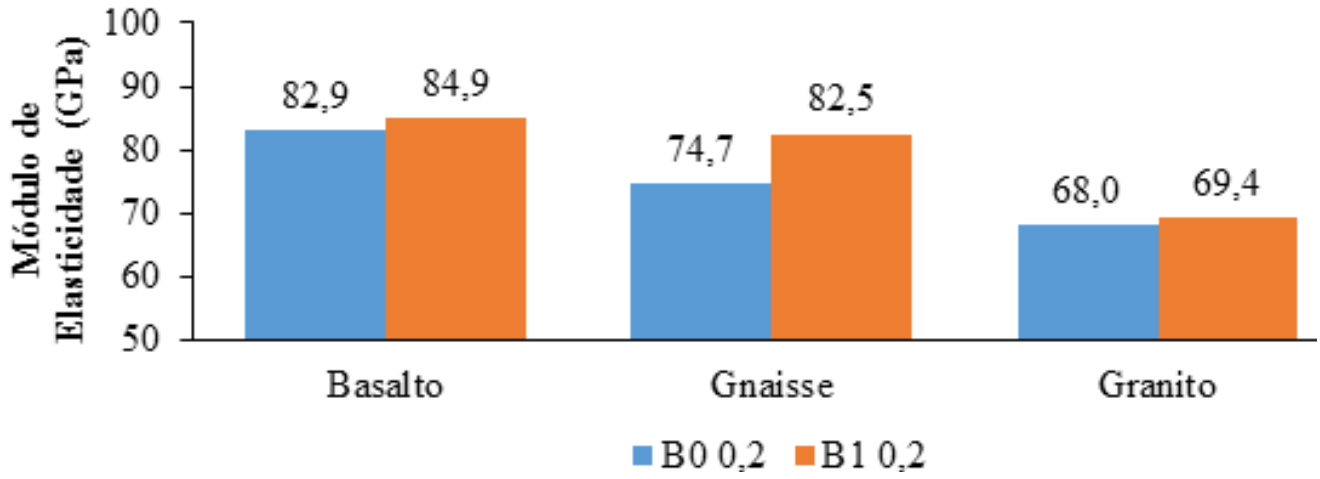
Agregado	Traço	ρ	Tempo (µs)	Distância (mm)	V (km/s)	ν	Ed (GPa)	Média
Basalto	B0 0,2	2548	38,4	200,00	5,208	0,2	82,9	82,9
Basalto	B0 0,2	2548	38,4	200,00	5,208	0,2	82,9	
Gnaisse	B0 0,2	2470	40,4	200,00	4,950	0,2	72,6	74,7
Gnaisse	B0 0,2	2470	39,3	200,00	5,089	0,2	76,8	
Granito	B0 0,2	2399	41,1	200,00	4,866	0,2	68,2	68,0
Granito	B0 0,2	2399	41,2	200,00	4,854	0,2	67,8	
Basalto	B1 0,2	2553	0,0	200,00	5,263	0,2	84,9	84,9
Basalto	B1 0,2	2553	38,0	200,00	5,263	0,2	84,9	
Gnaisse	B1 0,2	2469	0,0	200,00	5,291	0,2	82,9	82,5
Gnaisse	B1 0,2	2469	0,0	200,00	5,263	0,2	82,1	
Granito	B1 0,2	2404	40,3	200,00	4,963	0,2	71,1	69,4
Granito	B1 0,2	2404	41,3	200,00	4,843	0,2	67,7	
Basalto	B1 0,4	2510	38,8	200,00	5,155	0,2	80,0	79,2
Basalto	B1 0,4	2510	39,2	200,00	5,102	0,2	78,4	
Gnaisse	B1 0,4	2426	39,6	200,00	5,051	0,2	74,3	76,2
Gnaisse	B1 0,4	2426	38,6	200,00	5,181	0,2	78,2	
Granito	B1 0,4	2361	42,7	200,00	4,684	0,2	62,2	61,6
Granito	B1 0,4	2361	43,1	200,00	4,640	0,2	61,0	

no ensaio representa o módulo de elasticidade do gnaisse, quando a mesma sofre um carregamento perpendicular às camadas. Logo em seguida, foi realizado o ensaio do módulo de elasticidade dos corpos de prova de concreto. Os resultados obtidos no ensaio estão no Tabela 4.

Outro ponto importante do Gráfico 8, é que os traços de brita zero obtiveram um maior módulo de elasticidade do concreto com todos os agregados.

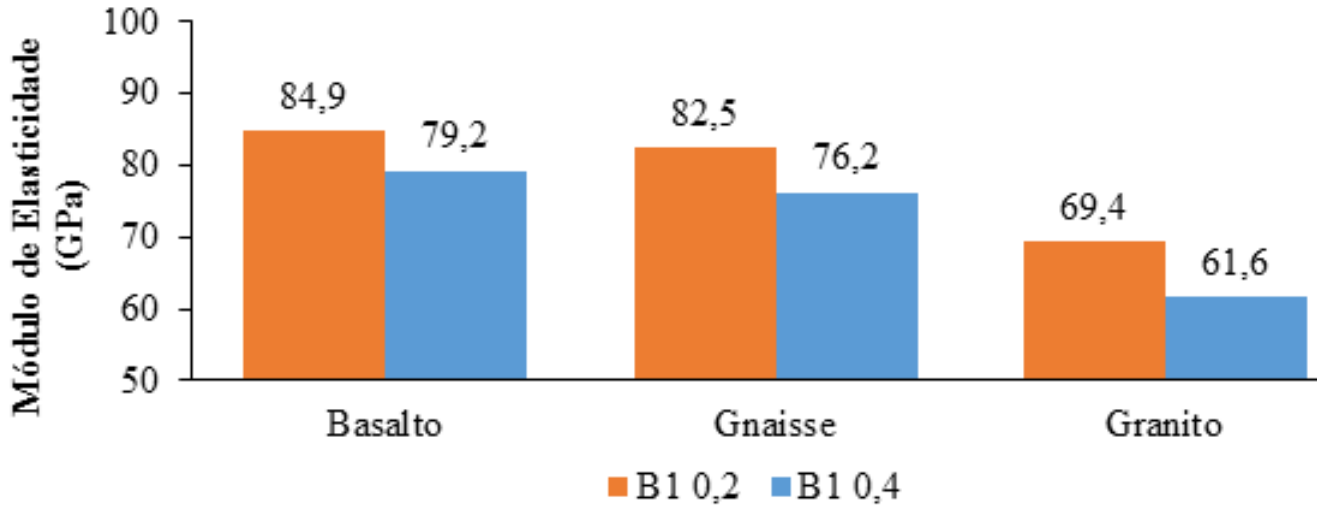
Também se percebeu que as diferenças de módulo de elasticidade dos traços são praticamente constantes, ou seja, entende-se que este ganho no módulo de elasticidade dos traços de 0,4 A/Ag para 0,2 A/Ag, está diretamente ligado com o ganho de resistência pela redução da relação de Água/Aglomerante.

Gráfico 8 – Módulo de elasticidade para a mesma relação A/Ag



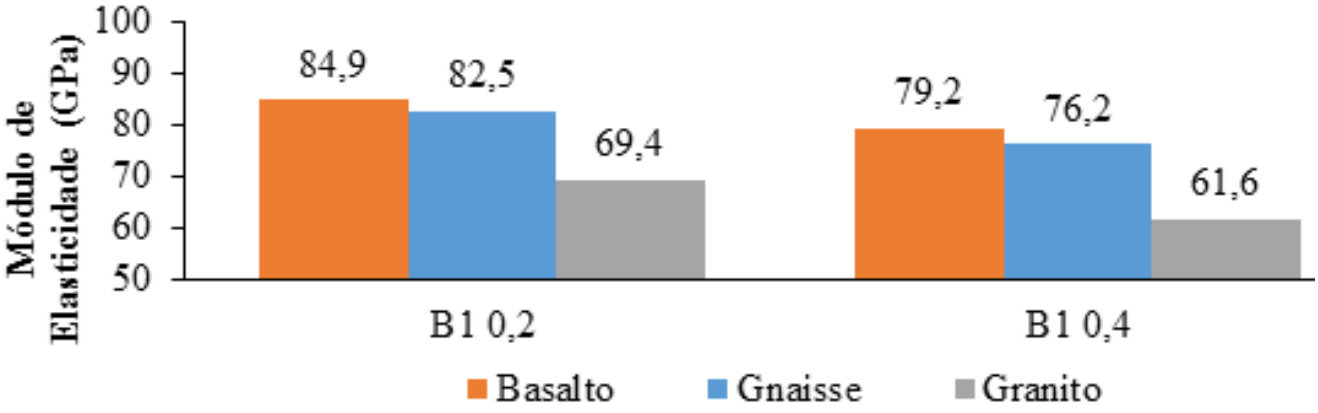
Ao comparar os módulos de elasticidade dos traços com diferentes relações A/Ag no Gráfico 9, observou-se que quanto menor a relação, maior o módulo de elasticidade. Tam-

Gráfico 9 - Módulo de elasticidade para diferentes relações de A/Ag



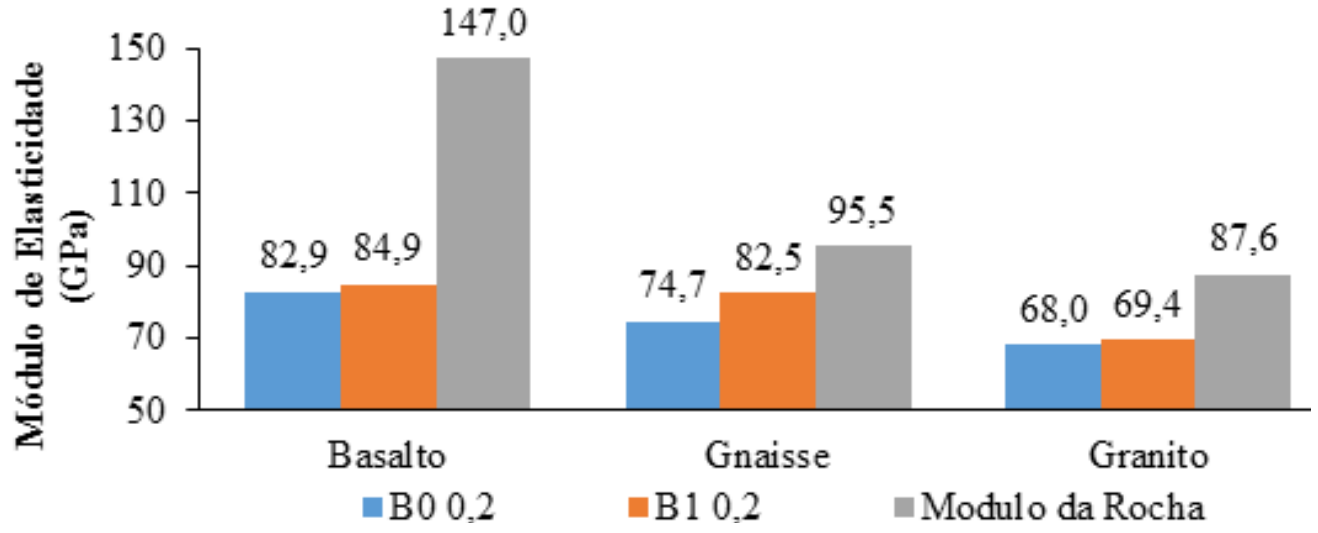
No Gráfico 10 visualiza-se que os corpos-de-prova que utilizam basalto possuem maior módulo de elasticidade, e em seguida os de gnaisse.

Gráfico 10 - Comparação do módulo de elasticidade para diferentes relações A/Ag



Nos ensaios, o basalto apresentou o maior módulo de elasticidade, e com isso, ele contribui para os traços de concreto que utilizam este basalto, aumentando o módulo de elasticidade e otimizando algumas características destes traços, como por exemplo, a resistência à compressão, onde a Gráfico 11 apresenta o resumo dos resultados.

Gráfico 11 - Comparação do módulo de elasticidade do concreto e da rocha



4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como foi possível perceber durante a pesquisa, o concreto de alto desempenho é uma tecnologia que está ganhando espaço no mercado, e esse espaço é tão significativo que até as normas brasileiras já sofreram modificações para incorporar o CAD nos projetos estruturais. Das principais vantagens que o CAD oferece, estão a alta resistência e a durabilidade. Estes são os pontos chave que atraem a atenção, principalmente de construtoras, e que impulsionam o interesse no CAD, inclusive na região do Vale do Itajaí. A pesquisa foi realizada para provar a viabilidade da produção do CAD na região, e no estudo exploratório, ela identificou que as centrais de britagem utilizam Basalto encontrado em Pouso Redondo, Granito próximo

à Ibirama e Gnaisse que é encontrada próxima à Blumenau.

Após realizar o estudo dos agregados, a gnaisse e o granito apresentaram índice de forma melhor que o basalto por serem britados utilizando equipamento VSI, porém o basalto também obteve um resultado muito próximo no ensaio do índice de forma. Os outros resultados obtidos, como absorção, massa específica, massa unitária, etc. também foram muito positivos. Com o planejamento dos traços de concreto, foi possível garantir o mesmo teor de agregados graúdos em todos os diferentes traços, para melhor interpretar os resultados e facilitar a comparação da influência da rocha no concreto. O agregado que mais se destacou entre os estudados foi o basalto, por sua elevada resistência e módulo de elasticidade, isso permitiria continuar explorando os traços para atingir maiores resistências de CAD.

A retificação dos corpos de prova teve grande importância nos ensaios, pois como as rupturas foram em forma de cones, o risco de o resultado ter divergência com a realidade é muito baixo, então os dados coletados para as resistências aos 28 dias são confiáveis. Os traços utilizados nesta pesquisa podem ser aproveitados para a produção do CAD no Vale do Itajaí, porém é importante lembrar que do laboratório para a central de dosagem existe uma pequena perda que gira em torno de 5% da resistência. Em geral, a pesquisa provou que é possível utilizar estes agregados encontrados na região do Vale do Itajaí para produzir o concreto de alto desempenho.

5. REFERÊNCIAS

AÏTCIN, P. C., 2000. Concreto de alto desempenho. São Paulo: Pini.

ALVES, L. S., SALLES, F. M. & MIZUMOTO, C., 2011. Análise do desempenho das adições minerais nas características do concreto. ANAIS DO 53º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003. NBR 5738 - Concreto - Procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Jaineiro: s.n.

_____. , 2007. NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: s.n.

_____., 2014. NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro: s.n.

_____., 1988. NBR 6123 - Forças devido ao vento em edificações. Rio de Janeiro: s.n.

_____., 1992. NBR 8953 - Concreto para fins estruturais - Classificação por grupos de resistência. Rio de Janeiro: s.n.

BACARJI, E., FILHO, R. D. T. & BATISTA, D. P., 2014. Desempenho de concretos com agregados britados. ANAIS DO 56º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

BERTOCINI, S. R. & SCHIMIDT, K. J., 2007. Concreto de alto desempenho. ANAIS DO 49º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

BIANCHINI, M., FILHO, J. M. & WENDLER, A. P., 2010. Análise da influência dos teores de sílica ativa na produção de concretos de alta resistência em central dosadora de concreto. ANAIS DO 52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

COSTA, R. M., COSTA, C. P. F. & REIS, R. J. P., 2007. Influência dos tipos de cimento e agregado graúdo na durabilidade de concretos de alto desempenho. ANAIS DO 49º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

DAFICO, D. D. A., 2012. Riscos da utilização generalizada de concretos de alta resistência na construção de edifícios. ANAIS DO 54º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

FRANCO, A. & REGATTIERI, C. E. X., 2007. Dosagem e Propriedades de um Concreto de Alto Desempenho produzido na região de Campinas – SP.

ANAIS DO 49º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

MEDEIROS, J. & DIAS, M. D. C., 2013. Estudo do concreto alta resistência. ANAIS DO 55º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

MEHTA, P. K., 1994. Concreto, estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Pini.

NEVILLE, A. M., 1997. Propriedades do concreto. 2ª ed. São Paulo: Pini.

ROHDEN, A. B., MADERS, G. C., POLESELLO, E. & MOLIN, D. C. C. D., 2014. Resistência à tração do concreto de alto desempenho – a nova norma NBR 6118/2014 e o ensaio de resistência à tração por compressão diametral criado em 1943. ANAIS DO 56º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

SANTOS, A. M. D., CABRAL, L. M. C., MONTEIRO, E. B. & HELENE, P. R. D. L., 2013. Analise do módulo de elasticidade estático e dinâmico para diferentes dosagens de concreto. ANAIS DO 55º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

VALIN JR, M. D. O. et al., 2013. Concreto de alto desempenho: Alternativa sustentável no uso dos recursos naturais. ANAIS DO 55º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

VELOSO, R. D. A., CAFANGE, D. M. P. J., MOURA, H. D. S. & JR, E. M. S., 2012. A utilização de adições minerais no concreto. ANAIS DO 54º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS) NO FINAL DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS

Samuel Borges Barbosa, MSc. (UFSC);

Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr. (UFSC); Fernando Antônio Forcellini, Dr. Eng. - UFSC

PALAVRAS-CHAVE
sustentabilidade, final do ciclo de vida do produto, fatores críticos de sucesso.
KEYWORDS
sustainability, product end-of-life, success critical factors.

RESUMO

Desafios relacionados à degradação do meio ambiente têm gerado discussões sobre a destinação correta dos produtos após o uso. Neste sentido um grande número de processos tem sido aplicado no setor produtivo industrial, visando criar soluções para a correta destinação dos produtos e seus materiais no final do ciclo de vida. Porém, além da aplicação destes processos é necessário desenvolver métodos de gestão que busquem aprimorá-los. A pesquisa apresentada tem como objetivo identificar Fatores Críticos de Sucesso (FCS) envolvidos nos processos do final do ciclo de vida do produto, no setor de bens duráveis. Estes processos foram identificados a partir de um levantamento bibliométrico. Foi elaborado um plano para a coleta dos referenciais teóricos, sendo utilizados portais de pesquisas disponíveis para universidades públicas brasileiras. Após a identificação dos FCS foi aplicada uma validação destes perante especialistas do setor de desenvolvimento de produtos. A realização deste trabalho proporcionou uma reflexão sobre os processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto, além de caracterizar-se como um ponto de partida para futuras pesquisas que visem desenvolver métodos de gestão que apoiem a melhoria destes processos.

ABSTRACT

Challenges related to environmental degradation have generated discussions about the proper disposal of products after use. In this sense a large number of processes have been applied in the industrial sector, to create solutions for the proper disposal of products and materials at the end of their life cycle. However, besides the application of these processes it is necessary to develop management methods that seek to improve these processes. The research aims to identify Critical Success Factors (CSF) involved in the end of life cycle processes, in the durable goods sector. These processes were identified from a bibliometric survey. A plan was elaborated to identify theoretical researches in the field of product end of life. After identifying the FCS a validation was applied, by a consult of experts in the field of product development. This research provided a reflection on the

1. INTRODUÇÃO

Preocupações ambientais referentes à degradação do meio ambiente, causada pela produção industrial, têm gerado discussões em vários setores da sociedade. O aumento do consumo, o qual funciona como um propulsor na produção de bens, gera o aumento da oferta de produtos no mercado. Dessa maneira, órgãos do governo, empresas, organizações não governamentais e outras instituições tem demonstrado empenho constante em prol da desaceleração da produção e da criação de soluções que diminuam as interferências geradas no meio ambiente pelo desenvolvimento industrial (KOTLER, 1996).

Nesse contexto surge a visão da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, que propõem o crescimento e desenvolvimento econômico atual sem prejuízos para as gerações futuras. Esta ideia parte do princípio de que mesmo consumindo recursos naturais hoje é necessário que sejam mantidas condições para que as futuras gerações possam também satisfazer suas necessidades (MANZINI e VEZZOLI, 2002).

Alguns métodos que visam reduzir os impactos ambientais causados pela produção de bens surgiram nas últimas décadas, sendo inicialmente propostos em estudos e posteriormente aplicados no âmbito industrial. Especialmente na área de bens duráveis, vários processos têm sido aplicados em diversas empresas, como remanufatura, reciclagem e o reuso de produtos. Estes processos interferem diretamente na fase final do ciclo de vida dos produtos (product end of life) (BELLMANN e KHARE, 2000; HOEKSTRA, 2015).

Neste contexto, este estudo apresenta uma revisão bibliográfica com objetivo de identificar um conjunto de fatores críticos de sucesso (FCS) relacionados ao final do ciclo de vida de produtos do setor de bens duráveis. Para isto é feito primeiramente um levantamento estruturado de publicações, buscando encontrar trabalhos que apresentem referências quanto aos processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto. Em seqüência, com base nas publicações encontradas, é feita uma seleção de trabalhos e uma avaliação quanto ao conteúdo destes, buscando identificar as referências quanto aos processos. Por final é feita a identificação dos FCS e a validação destes perante especialistas do setor.

2. METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica (GIL, 2002) foi utilizada nesta pesquisa como forma de fundamentar os conteúdos teóricos envolvidos na pesquisa. A pesquisa bibliométrica também foi aplicada, servindo como base para a identificação das publicações. O termo bibliometria refere-se às análises quantitativas dos padrões que aparecem nas publicações e o uso de documentos (DIODATO, 1994). Por meio da análise bibliométrica é possível identificar a freqüência na quais certos trabalhos aparecem, mostrando assim a sua influência na área específica (BORGMAN & FURNER, 2002). Com o desenvolvimento da tecnologia da informação, ocorrida nos últimos anos, as pesquisas bibliográficas podem ser feitas por meio de bases de dados digitais, as quais são formadas por conjuntos de publicações como livros, artigos, resumos de artigos entre outros documentos (VANTI, 2002).

Todas as publicações levantadas neste trabalho estão disponíveis nas bases de dados presentes no Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e na base Science Direct. Foram analisados apenas os artigos disponíveis para as universidades federais brasileiras. As bases de dados selecionadas para a coleta foram: Science Direct, EBSCO, Emerald, CSA, Wilson, Google Scholar, IEEE Xplore, Scielo, SpringerLink e Web of Science.

3. FINAL DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Atualmente algumas iniciativas têm sido tomadas no setor produtivo buscando reduzir os impactos ambientais gerados pelo descarte de produtos. Para exemplificar estas iniciativas

podemos citar a diretiva que impõe responsabilidade ao fabricante para o lixo proveniente de equipamentos elétricos e eletrônicos, sendo esta aplicada atualmente na Europa. Esta diretiva aplica regras para o tratamento e a correta destinação de produtos eletrônicos e elétricos após o seu uso (RAHIMIFARD, ABU BAKAR e WILLIAMS, 2009).

Outros produtos, diferentemente de equipamentos elétricos e eletrônicos, também têm tido um tratamento especial após o seu uso, visando o reaproveitamento de materiais e energia. Um desses casos é o de pneus em Portugal, apresentado por Ferrão, Ribeiro e Silva (2008). Neste caso específico, processos como coleta de produtos, retalhamento, trituração, moagem, separação magnética, separação por moagem, incineração e aterramento formam a fase final do ciclo de vida do produto, onde uma parte dos materiais é reaproveitada e outra é descartada. Outros produtos que também têm tido, no final do seu ciclo de vida, um tratamento voltado à recuperação de materiais e correta destinação de resíduos são: veículos (BELLMAN e KHARE, 2000; FORSLIND, 2005; SAKAI, NOMA e KIDA, 2007), telefones celulares (OSIBANJO e NNOROM, 2008), televisores (ANDREOLA *et al.,* 2007).

Porém, apesar da vasta gama de trabalhos encontrados que buscam discutir e estruturar os processos no final do ciclo de vida dos produtos, poucos propõem maneiras de gerenciá-los de maneira que possa haver uma contínua melhoria dos processos. Wright, Rahimifard e Clegg (2009) assumem em seu trabalho, onde analisam os impactos da legislação ambiental na fabricação de células de combustível, que é necessário desenvolver indicadores para a classificação de resíduos perigosos e para o controle de como os resíduos são tratados. Os mesmos autores também citam o Gerenciamento Ambiental Responsável de produtos como de grande importância para vários tipos de produtos, como componentes elétricos e eletrônicos, baterias e componentes automotivos.

Dessa maneira é possível indicar, pela análise da literatura apresentada, a necessidade de desenvolvimento de ferramentas que sirvam de suporte para o gerenciamento do final do ciclo de vida dos produtos. Porém para isso é necessário entender quais processos estão atualmente envolvidos na recuperação destes produtos e como deve ser estruturado o sistema formado por eles. Para isso será apresentado neste artigo uma análise de publicações que tenham sido desenvolvidos com o intuito de mapear os processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto. Assim será possível estruturar um modelo genérico dos processos que possa ser usado como base para a construção de um sistema de gerenciamento do final do ciclo de vida do produto, focando no presente trabalho no setor de bens duráveis.

4. CONSULTA BIBLIOGRÁFICA

A consulta bibliográfica aplicada teve como objetivo a identificação de publicações relevantes dentro do seguinte tema: gerenciamento do final do ciclo de vida de produtos. A pesquisa foi feita utilizando duas ferramentas de busca: o portal de periódicos CAPES e o portal Science Direct. As bases de dados consultadas foram as seguintes: Science Direct, EBSCO, Emerald, CSA, Wilson, Google Scholar, IEEE Xplore, Scielo, SpringerLink e Web of Science.

Para realizar a busca foi necessário definir o termo (string) que seria utilizado. Primeiramente é necessário estabelece o ambiente da pesquisa, o qual foi definido como o final do ciclo de vida do produto. Sendo o gerenciamento dos processos envolvidos no final do ciclo de vida o objetivo deste trabalho foi possível definir a expressão "gerenciamento do final do ciclo de vida do produto" ("end of life product management"). Assim foi estabelecido este termo como o direcionador da pesquisa, tendo sido utilizada a sua tradução em inglês, pois as bases consultadas possuem periódicos internacionais escritos nesta língua.

A busca realizada no portal de periódicos CAPES obteve 155 registros. Esses registros representam 155 publicações provenientes das bases, sendo estas publicações em revistas internacionais e publicações em eventos interna-

cionais. Já a busca realizada no portal do *Science Direct* obteve 60 registros. Esses resultados representam 60 publicações provenientes de revistas internacionais.

Após a eliminação dos resultados duplicados foi obtido um total de 128 publicações.

Porém, nem todas as publicações obtidas apresentaram utilidade para o propósito do trabalho, que é encontrar referências de processos existentes no final do ciclo de vida do produto. Assim, foi necessário criar um sistema de análise para avaliar se a publicação possuía as informações necessárias para ser analisada. O sistema de análise utilizado seguiu dois passos: (1) as publicações teriam seus títulos, resumos e palavras-chave analisados por meio de leitura; (2) se estes mostrassem favoráveis ao assunto buscado seria feito uma análise do conteúdo da publicação, com o intuito de achar gráficos e tabelas que apontassem para a possível presença de informações na publicação sobre processos envolvidos no final do ciclo de vida do produto.

Feitas estas análises, foi encontrado um conjunto de 46 publicações classificadas como de importância para o trabalho. Estas publicações teriam todo seu conteúdo analisado por meio de leitura.

5. IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS ENVOLVIDOS NO FINAL DO CICLO DE VIDA

Após a aplicação da busca foram identificados nas publicações os processos envolvidos no final do ciclo de vida dos produtos. Junto com a identificação dos processos foram identificados também os produtos relacionados. As publicações obtidas se referem a uma grande variedade de produtos diferentes, como eletrônicos, pneus, computadores, automóveis, lâmpadas, eletrodomésticos, dentre outros, sendo na sua maioria classificados como bens duráveis. Com relação aos processos, somente 14 publicações apresentam uma linha de processos que deve ser utilizado na fase de final do ciclo de vida do produto. A lista com os produtos e processos identificados está presente no quadro 1.

Quadro 1 - Produtos e Processos Relacionados nas Publicações.

Referências	Produtos							Processos																								
	Automóveis	Elétricos e Eletrônicos	Eletrodomésticos	Baterias e Pilhas	Pneus	Metais	Outros	Coleta e Aquisição	Transporte	Pré-inspeção	Inspeção	Teste	Seleção	Classificação e Identificação	Limpeza	Armazenamento e Estocagem	Desmontagem	Recuperação	Atualização	Reposição de Comp. e Reparo	Recondicionamento	Remontagem	Redistribuição	Reciclagem	Reuso de Materiais	Retalhamento, Trit. e Moagem	Separação (Magn., Densid. etc.)	Aterramento	Eliminação Aprop. e Dest.	Incineração	Correta Dest. de Resíd. e Trat. de	Derretimento
Goggin e Browne (1998)		X						X									X		X		X				X		X		X			
Grenchus *et al*., (1998)							X																									
Low, Williams e Dixon (1998)							X																									
Gungor e Gupta (1999)							X																									
Yu *et al.* (2000)		X																														
Bellmann e Khare (2000)	X																															
Fthenakis (2000)							X										X	X								X						X
Caudill *et al.* (2000)	X																															
Sutherland, Gunter e Weinmann (2001)							X																									

Rose, Ishii e Stevels (2001)						X																								
Mangun e Thurston (2002)		X																												
White *et al*. (2003)		X						X	X				X			X														
Dickinson e Caudill (2003)							X																							
Qian e Zhang (2003)							X					X		X			X									X		X	X	X		X
Masanet e Horvath (2004)		X																												
Caudill e Dickinson (2004)		X																												
Laszewski e Carey (2004)		X																												
Forslind (2005)	X																													
Peralta e Fontanos (2006)		X						X								X		X						X	X				X		X	
Nakamura e Kondo (2006)			X																											
Ruhrberg (2006)						X																								
Zwolinski, Lopez-Ontiveros e Brissaud (2006)							X																							
Pagell, Wu e Murthy (2007)							X																							
Abu Bakar e Rahimifard (2007)		X												X			X	X				X	X	X				X	X	
Duval e Maclean (2007)	X												X		X										X					
Parsons (2007)				X																										
Um, Yoon e Suh (2008)							X			X	X							X	X			X								
Ferrão, Ribeiro e Silva (2008)					X			X																	X	X		X		
Kumar e Putnam (2008)	X	X	X																											
Kahhat *et al.* (2008)		X																												
Johansson e Brodin (2008)		X																												
Gehin, Zwolinski e Brissaud (2008)		X																												
Cagno, Magalini e Trucco (2008)			X																											
Duflou *et al.* (2008)		X									X			X	X		X								X					
Srogi (2008)	X																													
Bettley e Burnley (2008)							X	X			X	X						X				X			X					
Wright, Rahimifard e Clegg (2009)							X																							
Amelia *et al.* (2009)	X																													
Grujicic (2009)	X																													
Iakovou *et al.* (2009)		X														X														
Xanthopoulos e Iakovou (2009)			X																											
Kuo (2010a)		X																												
Kuo (2010b)		X											X			X						X	X	X			X		X	
Pigosso *et al.* (2010)							X			X	X			X		X		X	X		X									

Fonte: Autores.

Com a identificação dos processos foi feita uma categorização, de forma a criar um quadro genérico dos processos envolvidos no final do ciclo de vida, visando o setor de bens duráveis. Esta categorização é apresentada no quadro 2. Os processos foram divididos em três etapas: etapa inicial, remanufatura e reciclagem.

6. IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS)

Após a identificação dos processos relacionados à fase de final do ciclo de vida dos produtos e da estruturação modelo genérico dos processos foi necessários identificar os FCS. Para esta identificação foi utilizado o mesmo método apresentado para os processos. Foi feita a leitura das 46 publicações

Quadro 2 - Processos Relacionados nas Publicações e Número de Citações.

Etapa do Final do Ciclo de Vida do Produto	Processo	Número de Citações
Etapa 1 – Etapa Inicial	Coleta e Aquisição	5
	Transporte	1
	Pré-Inspeção	1
	Inspeção	4
	Teste	3
	Seleção	1
	Classificação e Identificação	4
	Limpeza	2
	Armazenamento e Estocagem	4
	Desmontagem	7
Etapa 2 – Remanufatura	Recuperação	3
	Atualização	4
	Reposição de Componentes e Reparo	3
	Recondicionamento	1
	Remontagem	1
	Redistribuição	1
Etapa 3 – Reciclagem	Reciclagem	4
	Reuso de Materiais	4
	Retalhamento, Trituração e Moagem	5
	Separação (Magnética, Densidade etc.)	4
	Aterramento	2
	Eliminação Apropriada e Destruição	4
	Incineração	3
	Correta Dest. de Resíd. e Trat. de Substâncias Perigosas	3
	Derretimento	2

Fonte: Autores.

identificadas na busca (quadro 3).

Foram encontrados nas publicações um conjunto de 40 FCS. Os FCS identificados podem ser divididos em cinco dimensões: (1) Identificação; (2) Eficiência na Recuperação; (3) Informações; (4) Incentivos e Regulamentação; (5) Resíduos Perigosos; (6) Outros. Este grupamento dos FCS foi possível por meio da aglomeração de características similares entre estes. Porém, de todos os FCS identificados alguns são citados um maior número de vezes nas publicações. Para a caracterização dos FCS com maior importância foi selecionado um número base de citações: 4 (maior ou igual a quatro citações). Assim, caracterizaram-se os FCS de maior importância como os que são citados quatro ou mais vezes. Isto foi feito para que seja possível a concentração do trabalho nos fatores que são chave para o gerenciamento do final do ciclo de vida do produto perante os aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental.

Quadro 3 - Processos Relacionados nas Publicações e Número de Citações.

Dimensão	Fator Crítico de Sucesso	Referência	Produtos
Identificação	Identificação dos Produtos (Marca, Modelo)	White et al. (2003); Goggin e Browne, (1998); Johansson e Brodin (2008); Qian e Zhang (2003)	Computadores; Eletrônicos; Elétricos e Eletrônicos; Eletromecânicos
	Identificação dos Componentes	Iakovou et al. (2009); Iakovou et al., (2009); Goggin e Browne (1998); Pigosso *et al*. (2010); Duval e Maclean (2007); Grenchus *et al.* (1998)	Eletrônicos; Eletrônicos; Geral; Plásticos Automotivos (Geral); Geral
	Identificação dos Materiais	Goggin e Browne (1998); Pigosso *et al*., (2010); Johansson e Brodin (2008); Grenchus *et al.* (1998)	Eletrônicos; Geral; Elétricos e Eletrônicos; Geral

Eficiência na Recuperação	Peso de Material Recuperado por Produto	Iakovou *et al.* (2009); Wright, Rahimifard e Clegg (2009); Pigosso *et al.* (2010); Xanthopoulos e Iakovou (2009); Masanet e Horvath (2004)	Eletrônicos; Célula de Combustível; Geral; Geral; Geral; Aquecedores Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Quantidade de Material Recuperável por Produto	Yu *et al.* (2000); Ruhrberg (2006); Ruhrberg (2006); Wright, Rahimifard e Clegg (2009); White *et al.* (2003); Pigosso *et al.* (2010); Pigosso *et al.* (2010); Masanet e Horvath (2004)	Eletrônicos; Cobre (Material); Cobre (Material); Células de Combustível; Computadores; Geral; Geral; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Tempo Necessário para Recuperação do Produto	White *et al.* (2003); Gungor e Gupta (1999); Pigosso *et al.* (2010); Duflou *et al.*, (2008); Masanet e Horvath (2004)	Computadores; Geral; Geral; geral; Câmeras Fotográficas; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Custo de Recuperação do Produto	Yu *et al.* (2000); Ferrão, Ribeiro e Silva (2008); Pigosso *et al.* (2010); Xanthopoulos e Iakovou (2009); Masanet e Horvath (2004)	Eletrônicos; Pneus; Geral; Geral; Geral; Aquecedores Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
Incentivos e Regulamentação	Incentivos Governamentais para Recuperação	Ferrão, Ribeiro e Silva (2008); Duflou et al. (2008);	Pneus; Pneus; Pneus; Câmeras Fotográficas; Câmeras Fotograficas

Fonte: Autores.

7. AVALIAÇÃO DOS FCS POR ESPECIALISTAS

Assim, estabelecido o número de quatro ou mais citações como o corte para obtenção dos FCS, foi possível obter um número de 10 fatores, sendo 25% (vinte e cinco por cento) de todos os FCS encontrados. Para melhor visualização destes fatores foi construído o quadro 4.

Para avaliar os FCS foi feita uma consulta a especialistas da área de desenvolvimento de produtos, que possuem conhecimento pleno sobre a fase final do ciclo de vida de produtos. A consulta teve como intuito a avaliação dos 10 FCS obtidos pela consulta bibliográfica, podendo ser excluí-

Quadro 4 - FCS mais Relevantes.

Dimensão	Fator Crítico de Sucesso	Referência	Produtos
Identificação	Identificação dos Produtos (Marca, Modelo)	White et al. (2003); Goggin e Browne, (1998); Johansson e Brodin (2008); Qian e Zhang (2003)	Computadores; Eletrônicos; Elétricos e Eletrônicos; Eletromecânicos
	Identificação dos Componentes	Iakovou et al. (2009); Iakovou et al., (2009); Goggin e Browne (1998); Pigosso et al. (2010); Duval e Maclean (2007); Grenchus et al. (1998)	Eletrônicos; Eletrônicos; Geral; Plásticos Automotivos (Geral); Geral
	Identificação dos Materiais	Goggin e Browne (1998); Pigosso et al., (2010); Johansson e Brodin (2008); Grenchus et al. (1998)	Eletrônicos; Geral; Elétricos e Eletrônicos; Geral

Eficiência na Recuperação	Peso de Material Recuperado por Produto	Iakovou et al. (2009); Wright, Rahimifard e Clegg (2009); Pigosso et al. (2010); Xanthopoulos e Iakovou (2009); Masanet e Horvath (2004)	Eletrônicos; Célula de Combustível; Geral; Geral; Geral; Aquecedores Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Quantidade de Material Recuperável por Produto	Yu et al. (2000); Ruhrberg (2006); Ruhrberg (2006); Wright, Rahimifard e Clegg (2009); White et al. (2003); Pigosso et al. (2010); Pigosso et al. (2010); Masanet e Horvath (2004)	Eletrônicos; Cobre (Material); Cobre (Material); Células de Combustível; Computadores; Geral; Geral; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Tempo Necessário para Recuperação do Produto	White et al. (2003); Gungor e Gupta (1999); Pigosso et al. (2010); Duflou et al., (2008); Masanet e Horvath (2004)	Computadores; Geral; Geral; geral; Câmeras Fotográficas; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
	Custo de Recuperação do Produto	Yu et al. (2000); Ferrão, Ribeiro e Silva (2008); Pigosso et al. (2010); Xanthopoulos e Iakovou (2009); Masanet e Horvath (2004)	Eletrônicos; Pneus; Geral; Geral; Geral; Aquecedores Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)
Incentivos e Regulamentação	Incentivos Governamentais para Recuperação	Ferrão, Ribeiro e Silva (2008); Duflou et al. (2008);	Pneus; Pneus; Pneus; Câmeras Fotográficas; Câmeras Fotograficas
Resíduos Perigosos	Presença de Resíduos Perigosos	Wright, Rahimifard e Clegg (2009); Pigosso et al. (2010); Xanthopoulos e Iakovou (2009); Duflou et al. (2008)	Células de Combustível; Geral; Aquecedores Elétricos; Câmeras Fotográficas
Previsão de Recuperação	Previsão de Recuperação Futura	Ferrão, Ribeiro e Silva (2008); Goggin e Browne (1998); Gungor e Gupta (1999); Gehin, Zwolinski e Brissaud, (2008); Masanet e Horvath (2004)	Pneus; Eletrônicos; Geral; Eletrônicos e Elétricos; Plástico Proveniente de Eletrônicos (Material)

Fonte: Autores.

dos ou incluídos novos FCS pelos especialistas.

A avaliação foi feita por meio de um questionário, o qual foi composto por quatro questões: (1) questão relativa à comparação pareada entre os dez FCS analisados; (2) questão relativa à eliminação de algum FCS pelo respondente; (3) questão relativa à adição de algum FCS pelo respondente; (4) questão de opinião sobre os dez FCS analisados, sendo utilizada nesta a escala Likert.

Para validação dos FCS foi aplicado, no resultado da avaliação por escala Likert, o teste Kolmogorov-Smirnov (K-S). Segundo Mattar (1993), para um método estatístico não paramétrico, que utiliza escala de medição ordinal, e que possui disponibilidade das frequências relativas ou acumuladas (possível num teste com escala de Likert), cabe a aplicação do teste Kolmogorov-Smirnov (K-S). O teste K-S serve para indicar a rejeição de determinado item através de uma pesquisa com escala Likert.

Analisando ao todo o questionário aplicado foi possível obter algumas conclusões. Primeiramente é possível inferir que houve uma grande tendência de rejeição do FCS Previsão de Recuperação Futura. Três dos sete respondentes (42,85%) indicaram a eliminação deste FCS. Além disso, por meio do teste K-S, foi possível assinalar a rejeição deste pelos respondentes. Seguindo a análise do questionário foi possível obter três possíveis FCS, os quais foram apresentados na questão 3, sendo estes: (1) Aplicabilidade ou reutilização do componente na montagem de produtos novos; (2) Disponibilidade a longo prazo de informações técnicas confiáveis sobre os produtos a serem recuperados (internet etc.); (3) Tipo, quantidade e variedade de elementos de fixação a serem removidos para a recuperação de componentes e ou re-

síduos perigosos.

Quanto a esses possíveis FCS, podemos assinalar uma reafirmação da importância dos FCS 1, 2 e 3, referentes às informações dos produtos, componentes e materiais recuperados/reutilizados.

Assim, é possível concluir que todos os 10 FCS identificados na literatura possuem importância, podendo estes serem complementados por mais 3 FCS indicados pelos especialistas. Contudo o FCS Previsão de Recuperação Futura mostrou fragilidade e pode ser desconsiderado segundo os especialistas.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de FCS obtidos nesta pesquisa pode ser utilizado como ferramenta para empresas que aplicam processos de recuperação e reuso de materiais e componentes provenientes de produtos, podendo também servir como uma base para o desenvolvimento de indicadores para o gerenciamento dos processos envolvidos no final do ciclo de vida de produtos

Como discussão da pesquisa é possível inferir a importância de alguns aspectos com relação ao final do ciclo de vida do produto. As informações provenientes dos produtos, com relação aos materiais, componentes e métodos de desmontagem do produto foram identificadas como de grande importância para a viabilidade na recuperação de produtos. A presença de resíduos perigosos e incentivos do governo também podem ser destacados como aspectos chave para a implementação de programas de recuperação de produtos.

A continuidade desta pesquisa está sendo dada pela ampliação da consulta a especialistas, buscando as opiniões de especialistas de ramos específicos, com o intuito de adaptar os FCS às necessidades de determinados setores. Outro ponto importante para o estudo é a apresentação do trabalho para empresas que desenvolvam processos relacionados à recuperação e reuso de materiais e componentes, fazendo com que estas possam aplicar ou mesmo aprimorar seus métodos de gestão do final do ciclo de vida do produto.

9. REFERÊNCIAS

ABU BAKAR, M.S.; RAHIMIFARD, S. Computer-aided recycling process planning for end-of-life electrical and electronic equipment. Journal of Engineering Manufacture, v.221, p.1369-1374, 2007.

AMELIA, L. et al. Initiating automotive component reuse in Malaysia. Journal of Cleaner Production, v.17, p.1572-1579, 2009.

ANDREOLA, F. et al. Recycling of EOL CRT Glass into Ceramic Glaze Formulations and Its Environmental Impact by LCA Approach. International Journal of Life Cycle Assessment, v.12, n.6, p.448-454, 2007.

BELLMANN, K.; KHARE, A. Economic issues in recycling end-of-life vehicles. Technovation, v.20, n.12, p.677-690, 2000.

BETTLEY, A.; BURNLEY, S. Towards Sustainable Operations Management Integrating Sustainability Management into Operations Management Strategies and Practices. Handbook of Performability Engineering, p.875-904, 2008.

BORGMAN, C.L.; FURNER, J. Scholarly Communication and Bibliometrics. In B. Cronin (Ed.), Annual Review of Information Science and Technology, v.36. Medford, NJ: Information Today, p.3-72. 2002.

CAGNO, E.; MAGALINI, F.; TRUCCO, P. Modelling and planning of Product Recovery Network: the case study of end-of-life refrigerators in Italy. International Journal of Environmental Technology and Management, v.8, n.4, p.385-404, 2008.

CAUDILL, R.J. et al. A Lifecycle Environmental Study of the Impact of E-commerce on Electronic Products. In: Proceedings of the 2000 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. São Francisco, Estados Unidos. 2000. p.298-303.

CAUDILL, R.J.; DICKINSON, D.A. Sustainability and end-of-life product management: a case study of electronics collection scenarios. In: International Symposium on Electronics and the Environment. Scottsdale, Estados Unidos. 2004. p. 132-137

DICKINSON, D.A.; CAUDILL, R.J. Sustainable product and material end-of-life management: an approach for evaluating alternatives. In: IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. 2003. p. 1538.

DIODATO, V. Dictionary of Bibliometrics. Haworth Press: Binghamton, NY, 1994.

DUFLOU, J.R. et al. Efficiency and feasibility of product disassembly: A case-based study. CIRP Annals – Manufacturing Technology, v.57, p.583-600, 2008.

DUVAL, D.; MACLEAN H.L. The role of product information in automotive plastics recycling: a financial and life cycle assessment. Journal of Cleaner Production, v.15, p.1158-1168, 2007.

FERRÃO, P.; RIBEIRO, P.; SILVA, P. A management system for end-of-life tyres: a portuguese case study. Waste Management, v.28, n.3, p.604-614, 2008.

FORSLIND, K.H. Implementing extended producer responsibility: the case of Sweden's car scrapping scheme. Journal of Cleaner Production, v.13, n.6, p.619-629, 2005.

FTHENAKIS, V.M. End-of-life management and recycling of PV modules. Energy Policy, v.28, n.14, p.1051-1058, 2000.

GEHIN, A.; ZWOLINSKI, P.; BRISSAUD, D. A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase. Journal of Cleaner Production, v.16, p.566-576, 2008.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOGGIN, K.; BROWNE, J. Electronic products recovery—PAWS, a BRITE-EURAM project. Computer Industry, v.36, n.1-2, p.65-74, 1998.

GRENCHUS, E. et al. Linking demanufacturing operations with Product DFE initiatives. Proceedings of the 1998 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, p.270-274, 1998.

GRUJICIC, M. Total Life Cycle-Based Materials Selection for Polymer Metal Hybrid Body--in-White Automotive Components. Journal of Materials Engineering and Performance, v.18, n.2, p.111-128, 2009.

GUNGOR, A.; GUPTA, S.M. Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. Computers & Industrial Engineering, v.36, n.4, p.811-853, 1999.

HOEKSTRA, A. Y. The sustainability of a single activity, production process or product. Ecological Indicators, v.57, p. 82-84, 2015.

IAKOVOU, E. et al. A methodological framework for end-of-life management of electronic products. Resources, Conservation and Recycling, v.53, n.6, p.329-339, 2009.

IZARD, C.F.; MÜLLER, D.B. Tracking the devil's metal: Historical global and contemporary U.S. tin cycles. Resources, Conservation and Recycling, 2010.

JOHANSSON, G.; BRODIN, M.H. An analysis of product properties affecting performance of end-of-life systems for electrical and electronics equipment. Management of Envi-

ronmental Quality: An International Journal, v.19, n.6, p.705-717, 2008.

KAHHAT, R. et al. Exploring e-waste management systems in the United States. Resources, Conservation and Recycling, v.52, n.7, p.955-964, 2008.

KOTLER, P. Administração de Marketing. São Paulo: Atlas, 1996.

KUMAR, S.; PUTNAM V. Cradle to cradle: reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. International Journal of Production Economics, v.115, n.2, p.305-315, 2008.

KUO, T.C. Combination of case-based reasoning and analytical hierarchy process for providing intelligent decision support for product recycling strategies. Expert Systems with Applications, v.37, n.8, p.5558-5563, 2010a.

KUO, T.C. The construction of a collaborative--design platform to support waste electrical and electronic equipment recycling. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v.26, n.1, p.100-108, 2010b.

LASZEWSKI, L.; CAREY, T. Integrating Environmental Product Design into lnkjet Printing Supplies. In: Proceedings of 2004 International IEEE Conference on the Asian Green Electronics. Singapore. 2004. p.86-91.

LOW, M.K.; WILLIAMS, D.J.; DIXON, C. Manufacturing products with end-of-life considerations: an economic assessment to the routes of revenue generation from mature products. IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, v.21, n.1, p.4-10, 1998.

MANGUN, D.; THURSTON, D.L. Incorporating Component Reuse, Remanufacture, and Recycle Into Product Portfolio Design. IEEE Transactions on Engineering Management, v.49, n.4, p.479-490, 2002.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002.

MASANET, E.R.; HORVATH, A. A Decision-Support Tool for the Take-Back of Plastics from End-of-Life Electronics. In: Proceedings of the International Symposium on Electronics and the Environment. Washington, Estados Undidos. 2004. p.51-56

MATTAR, F.N. Pesquisa de Marketing. Volume 2. São Paulo: Atlas, 1993.

NAKAMURA, S.; KONDO, Y. A waste input–output life-cycle cost analysis of the recycling of end-of-life electrical home appliances. Ecological Economics, v.57, n.3, p.494-506, 2006.

OSIBANJO, O.; NNOROM, I.C. Material flows of mobile phones and accessories in Nigeria: environmental implications and sound end--of-life management options. Environmental Impact Assessment Review, v.28, n.2-3, p.198-213, 2008.

PAGELL, M.; WU, Z.; MURTHY, N.N. The supply chain implications of recycling. Business Horizons, v.50, n.2, p.133-143, 2007.

PARSONS, D. The Environmental Impact of Disposable Versus Re-Chargeable Batteries for Consumer Use. International Journal of Life Cycle Assessment, v.12, n.3, p.197-203, 2007.

PERALTA, G.L.; FONTANOS, P.M. E-waste issues and measures in the Philippines. Journal of Material Cycles and Waste Management, v.8, p.34-39, 2006.

PIGOSSO, D.C.A. et al. Ecodesign methods focused on remanufacturing. Journal of Cleaner Production, v.18, n.1, p.21-31, 2010.

QIAN, X.; ZHANG, H.C. An environmentally conscious management model for end-of--life electromechanical products. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. Washington, Estados Unidos. 2003. p.347-351.

RAHIMIFARD, S.; ABU BAKAR, M.S.; WILLIAMS, D.J. Recycling process planning for the End--of-Life management of waste from electrical and electronic equipment. CIRP Annals - Manufacturing Technology, v.58, n.1, p.5-8, 2009.

ROSE, C.M.; ISHII, K.; STEVELS, A. ELDA and EVCA: Tools for building product End-of-Life Strategy. The Journal of Sustainable Product Design, v.1, p.181-195, 2001.

RUHRBERG, M. Assessing the recycling efficiency of copper from end-of-life products in Western Europe. Resources, Conservation and Recycling, v.48, n.2, p.141-165, 2006.

SAKAI, S.; NOMA, Y.; KIDA, A. End-of-life vehicle recycling and automobile shredder residue management in Japan. Journal of Material Cycles and Waste Management, v.9, p.151-158, 2007.

SAKAI, S.; NOMA, Y.; KIDA, A. End-of-life vehicle recycling and automobile shredder residue management in Japan. Journal of Material Cycles and Waste Management, v.9, p.151-158, 2007.

SROGI, K. An overview of current processes for the thermochemical treatment of automobile shredder residue. Cleaner Technology Environmental Policy, v.10, p.235-244, 2008.

SUTHERLAND, J.W.; GUNTER, K.L.; WEINMANN, K.J. A model for improving economic performance of a demanufacturing system for reduced product end-of-life environmental impact. CIRP Annals – Manufacturing Technology, v.51, n.1, p.45-48, 2001.

UM, J.; YOON, J.; SUH, S. An architecture design with data model for product recovery management systems. Resources, Conservation and Recycling, v.52, n.10, p.1175-1184, 2008.

VANTI, N. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. Ciência da Informação. Vol.31, n.2. 2002.

WHITE, C.D. et al. Product recovery with some byte: an overview of management challenges and environmental consequences in reverse manufacturing for the computer industry. Journal of Cleaner Production, v.11, n.4, p.445-458, 2003.

WRIGHT, E.I.; RAHIMIFARD, S.; CLEGG, A.J. Impacts of environmental product legislation on solid oxide fuel cells. Journal of Power Sources, v.190, n.2, p.362-371, 2009.

XANTHOPOULOS, A.; IAKOVOU, E. On the optimal design of the disassembly and recovery processes. Waste Management, v.29, n.5, p.1702-1711, 2009.

YU, J.; WILLIAMS, E.; JU, M. Analysis of material and energy consumption of mobile phones in China. Energy Policy, v.38, n.8, p.4135-4141, 2010.

YU, Y. et al. A Decision-Making Model for Materials Management of End-of-Life Electronic Products. Journal of Manufacturing Systems, v.19, n.2, p.94-107, 2000.

ZWOLINSKI, P.; LOPEZ-ONTIVEROS, M.A.; BRISSAUD, D. Integrated design of remanufacturable products based on product profiles. Journal of Cleaner Production, v.14, n.15-16, p.1333-1345, 2006.

UTILIZAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO POR CINZA LEVE DO BAGAÇO DE CANA-DE-ACÚCAR EM CONCRETOS

Liri Yoko Cruz Prieto Hojo (UEM);

Carlos Humberto Martins, Dr. (UEM)

RESUMO

A cinza volante é um resíduo gerado a partir da queima do bagaço de cana-de-açúcar nas caldeiras para a co-geração de energia elétrica. O objetivo do trabalho foi analisar a pozolanicidade da cinza volante, aplicá-la em corpos-de-prova de concreto com substituições parciais do cimento Portland de 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10% para avaliar sua resistência mecânica e analisar a microscopia desses concretos por meio dos ensaios de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram definidos dois traços para elaborar os corpos-de-prova com substituições, um com consumo de cimento normal e outro traço rico. Os resultados comprovaram que a cinza tem o índice de atividade pozolânica superior ao mínimo exigido, nos ensaios de resistência à compressão, os corpos-de-prova do traço normal com substituição de até 7,5% de cimento por cinza volante apresentaram uma resistência de 29 MPa, semelhante ao traço de referência (0%), e, houve uma redução no consumo de cimento de 367 kg/m3 para 339 kg/m3. Os ensaios de MEV comprovaram que quanto maior a substituição maior será os componentes de zona de transição como a portlandita e a etringita, em comparação com o silicato de cálcio hidratado que confere resistência ao concreto.

ABSTRACT

Fly ash is a waste from the sugarcane bagasse burn process for electric power co-generation. This study was developed in order to analyze the fly ashes' pozzolanic potential, by the application of different substitutions percentiles of Portland - starting with 0%, 2,5%, 5%, 7,5% until 10% - in concrete specimens aiming the evaluation of its mechanical strength and microscopically analyze through microscopy electron assays (SEM). It has been defined two mix proportions to the specimen with substitutions, one of these with regular cement proportion and other with rich mix proportion. The results has shown that fly ashes has higher pozzolanic activity levels than the minimum required on the compressive strength tests, the regular mix-proportion specimens with substitution up to 7,5% of cement by fly ash showed a 29MPa resistance, similar to the standard (0%), and there was also a reduction on the cement consumption from 367 kg/m³ to 339kg/m³. The SEM tests showed that the higher the substitution percentiles the bigger the transitional zone components as the portladite and ettringite will be in comparison with calcium silicate hydrate, which confers the concrete resistance.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de--açúcar do mundo, sendo sua produção destinada para açúcar e etanol. E, as indústrias desse segmento desenvolveram uma nova forma de gerar energia elétrica através da queima do bagaço de cana-de-açúcar o que produz eletricidade suficiente para suprir a demanda da usina devido a seu alto poder calorífico (SALES E LIMA, 2010).

O processo de queima do bagaço nas caldeiras é responsável por gerar dois tipos de cinza, uma proveniente do fundo das fornalhas (cinza pesada) e outra do lavador de gases acoplado à chaminé (cinza volante ou leve). No caso, a cinza utilizada para o estudo é proveniente do lavador de gases.

A partir desses dados, é possível estimar que a indústria sucroalcooleira é responsável por gerar 3,61 milhões de toneladas de cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC), um volume significativo de resíduos, devido a sua alta produção. Esse resíduo pode substituir a adubação química recomendada desde que aplicado em doses corretas, e, por ser rico em nutrientes pode ser aproveitado em solo com baixa fertilidade natural para melhorar as características físico-químicas (FEITOSA, MALTONI e SILVIA, 2009). Entretanto, quando a usina não consegue aplicá-lo integralmente no campo deve se ter cuidado com a sua disposição inadequada no meio ambiente, isso pode causar assoreamento nos recursos hídricos e também diminuir a vida útil dos aterros.

A Lei n° 12.305:2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos foi criada para a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada. Esses objetivos da legislação estimulam e obrigam as indústrias a adotar um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, fazer a destinação correta dos rejeitos e desenvolver tecnologias para reutilizar, reciclar e/ou tratar esses resíduos.

A aplicação desta Lei pode ser exemplificada por meio da seguinte citação, segundo Martins, Machado, Altoé (2011), uma das possíveis soluções para reduzir a poluição gerada na produção dos materiais de construção é a incorporação da CBC em substituição ao agregado miúdo (areia) e/ou ao cimento utilizado na fabricação de concretos de cimento Portland. A reciclagem da cinza será benéfica tanto para a indústria quanto para o meio ambiente, uma vez que, as usinas, ao fornecerem as cinzas, solucionam o problema da estocagem desse subproduto, que ocupa grande espaço no pátio, e a disposição em locais inadequados; e, o meio ambiente também é favorecido pois não receberá esse resíduo e reduzirá o consumo de matéria prima utilizada na fabricação do cimento.

As pozolanas podem contribuir para o ganho de resistência mecânica e redução de água para a trabalhabilidade devido o efeito físico das partículas na distribuição granulométrica do sistema (NITA, JOHN, 2007). A reciclagem de resíduos tem sido aplicada com sucesso no setor da construção civil, diversos resíduos são utilizados na fabricação de argamassas, concretos, blocos cerâmicos e pavers.

Enfim, este trabalho busca analisar a atividade pozolânica da cinza leve do bagaço de cana de açúcar de uma usina de co-geração de energia elétrica da região de Maringá - PR, para determinar a possibilidade da sua aplicação na substituição parcial do cimento Portland por essa cinza em concretos.

A incorporação da cinza volante nos concretos irá reduzir o consumo de recursos na construção civil, os impactos gerados na fabricação do cimento, promover créditos de carbono pela não geração de CO_2 na fabricação do clínquer e solucionar o problema das usinas com estocagem e disposição final inadequada do resíduo, que podem causar o assoreamento dos cursos d'água e diminuir a vida útil dos aterros.

2. METODOLOGIA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

O ensaio de granulometria foi realizado para os agregados miúdo e graúdo segundo a ABNT NBR NM 248:2003 "Agregados – determinação da composição granulométrica". A determinação da massa unitária para os agregados foi realizada segundo a ABNT NBR NM 45:2006 "Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios". E, o ensaio de massa específica para o agregado miúdo foi realizado segundo a ABNT NBR NM 52:2009 "Agregado miúdo – Determinação de massa específica e massa específica aparente" e para o agregado graúdo foi utilizado a ABNT NBR NM 53:2009 "Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água".

A análise granulométrica da CBC foi realizada de acordo com a ABNT NBR 7181/1988 "Solo – Análise granulométrica", por meio de sedimentação e peneiramento. E, a massa específica da CBC foi determinada pela ABNT NBR NM 23:2001 "Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica".

2.2. ANÁLISE DA ATIVIDADE POZOLÂNICA DA CINZA VOLANTE

A atividade pozolânica foi determinada pelo Método de Chapelle modificado por Raverdy et al (1980), seguindo a ABNT NBR 15895/2010 "Materiais pozolânicos – Determinação do teor de hidróxido de cálcio fixado – Método Chapelle modificado", realizado pelo Laboratório de Materiais de Construção do IPT-SP.

2.3. MOLDAGEM E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO

Os ensaios de moldagem e cura dos corpos-de-prova foram realizados segundo a ABNT NBR 5738:2003 "Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova" e emenda ABNT NBR 5738:2008.

A elaboração do concreto com substituições parciais do cimento pela cinza volante foi realizada para dois traços: o primeiro traço com consumo normal de cimento (367,6 kg/m3 de concreto) e o segundo um traço rico (393,6 kg/m3 de concreto).

O primeiro traço, denominado traço normal, foi realizado a partir do traço de referência desenvolvido por Nunes (2009) que utilizou a cinza pesada 1,000 : 2,060 : 2,940 : 0,555 (cimento : areia : brita : água), esse traço possui um consumo de cimento de 367,56 kg/m3 de concreto. O segundo traço, denominado traço rico, foi 1 : 1,85 : 2,65 : 0,55 (cimento : areia : brita : água), esse traço tem um consumo de cimento maior que o anterior, 393,60 kg/m3 de concreto.

Em seguida foram elaborados corpos-de-prova com cinza volante nas proporções de 0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10% para ambos os traços, foram moldados doze corpos-de-prova cilíndricos de 10 cm X 20 cm para cada substituição. Foram analisados o pH dos concretos no estado fresco, a consistência pelo abatimento do tronco de cone (Slump Test) foi determinada segundo a ABNT NBR NM 67:2003: "Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.". Após a moldagem, os corpos-de-prova permaneceram em seus moldes por 24 h e, depois desse período, foram desmoldados e acondicionados em câmara úmida (temperatura 23 ± 2° C e umidade relativa 95 ± 5%) até a idade de ruptura de 3, 7 e 28 dias. Os ensaios de resistência à compressão foram realizados segundo a ABNT NBR 5739:2007 "Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos", em uma prensa

hidráulica de capacidade de carga de 100 toneladas.

As Tabelas 1 e 2 apresentam o traço normal em massa e o traço rico em massa com as respectivas substituições.

Tabela 1 - Traço normal em massa

Traço	Aglomerante		Areia (kg)	Brita (kg)	Água (l)	Fator a/ag
	Cimento (kg)	Cinza (kg)				
0%	7,26	0	14,9	21,3	4	0,55
2,5%	7,08	0,18	14,9	21,3	4	0,55
5%	6,9	0,36	14,9	21,3	4	0,55
7,5%	6,72	0,54	14,9	21,3	4	0,55

Fonte: Autores.

Tabela 2 - Traço rico em massa

Traço	Aglomerante		Areia (kg)	Brita (kg)	Água (l)	Fator a/ag
	Cimento (kg)	Cinza (kg)				
0%	7,34	0	13,57	19,45	4,04	0,55
2,5%	7,16	0,183	13,57	19,45	4,04	0,55
5%	6,97	0,367	13,57	19,45	4,04	0,55
7,5%	6,79	0,55	13,57	19,45	4,04	0,55

Fonte: Autores.

A Figura 1 ilustra a moldagem dos corpos-de-prova com as substituições.

Figura 1 - Moldagem dos corpos-de-prova

Fonte: Autores.

2.4. ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As análises da microestrutura dos concretos para os diferentes traços e substituições foram realizadas com as amostras coletadas após o ensaio de resistência à compressão aos 28 dias, as quais foram submetidas à microscopia de varredura eletrônica (MEV).

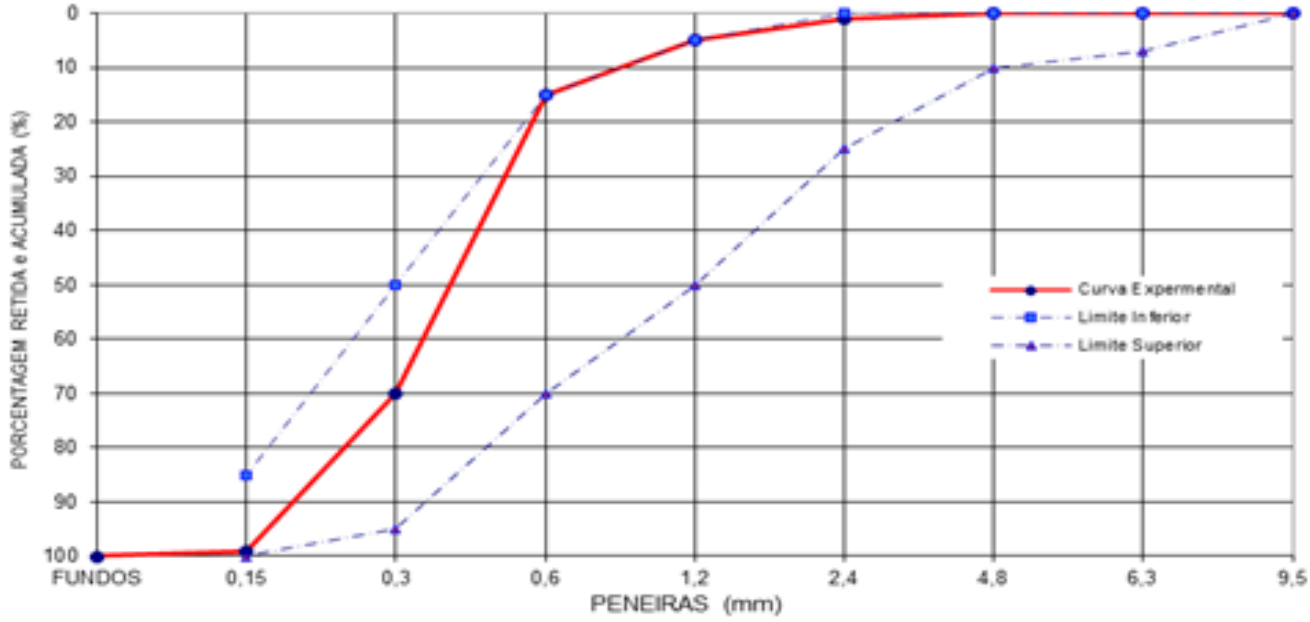
O ensaio foi realizado no Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP) da Universidade Estadual de Maringá, por meio de microscópio eletrônico de varredura de elétrons Superscan SS - 550 da marca Shimadzu, operando com tensão de aceleração de 10 kV, com capacidade de aumento de 60 a 6.000 vezes para fazer a caracterização da sua microestrutura.

3. RESULTADOS

3.1.CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

O agregado miúdo apresentou massa específica de 2,631 g/cm³, massa unitária no estado solto de 1,548 g/cm³, diâmetros máximo característico de 1,20 mm e módulo de finura de 1,90. A Figura 2 apre-

Figura 2 - Curva de distribuição granulométrica do agregado miúdo



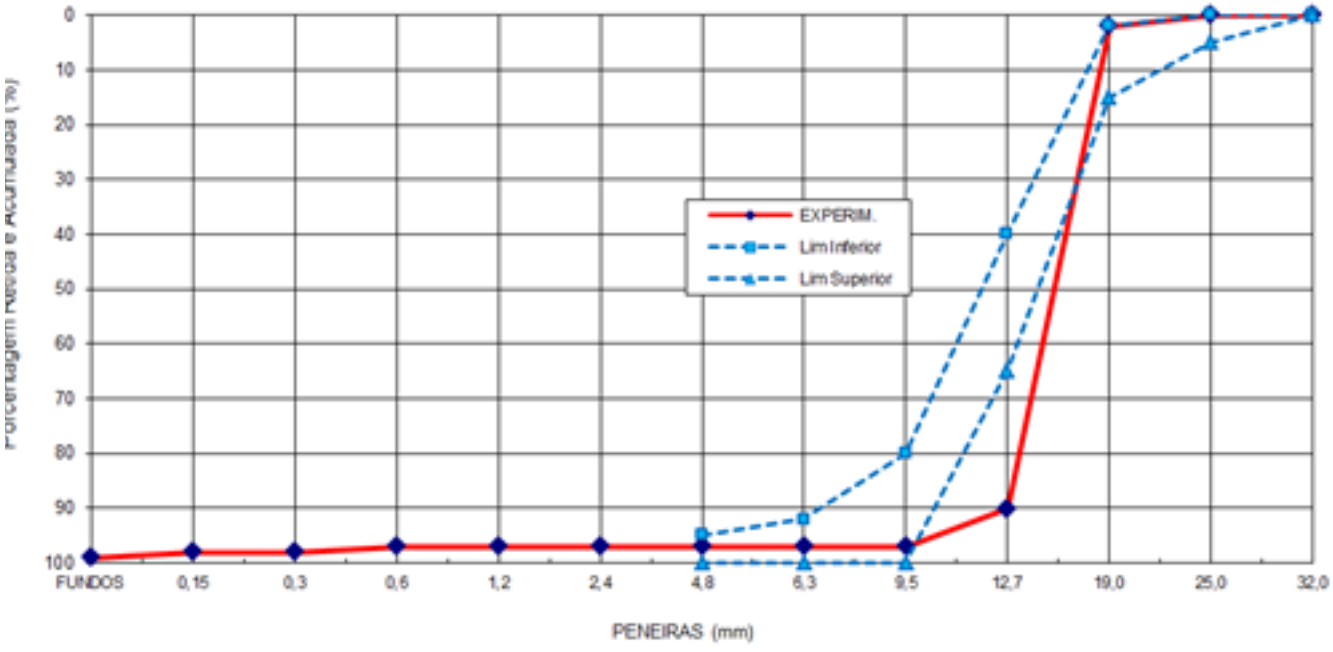
Fonte: Autores.

senta a curva de distribuição granulométrica do agregado miúdo.

O agregado graúdo apresentou massa específica de 2,746 g/cm³, massa unitária no estado solto de 1,587 g/cm³, diâmetros máximo característico de 19,0 mm e módulo de finura de 6,830. e a Figura 3 apresenta a curva de distribuição granulométrica.

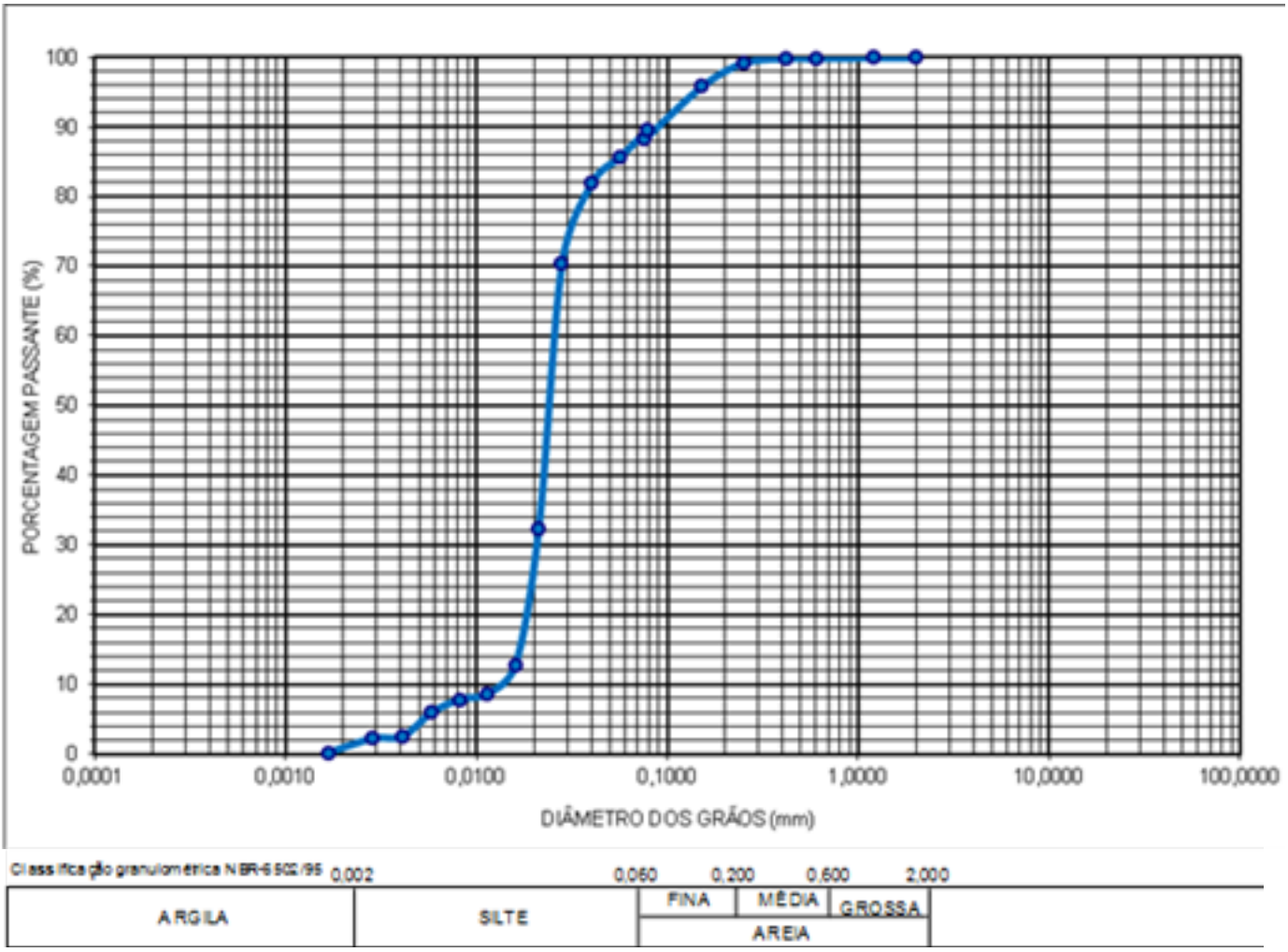
A cinza apresentou massa específica de 2,49 g/cm³ e a análise granulométrica da cinza volante foi realizada por sedimentação e peneiramento, segundo a ABNT NBR 7181:1988.

Figura 3 - Curva de distribuição granulométrica do agregado graúdo



Fonte: Autores.

Figura 4 - Curva granulométrica da cinza volante



Fonte: Autores.

3.2. ANÁLISE DA ATIVIDADE POZOLÂNICA DA CINZA VOLANTE

O índice de atividade pozolânica foi realizado segundo a ABNT NBR 15.895:2010 no IPT e o valor obtido foi de 480 mg Ca(OH)2/g amostra.

Esse resultado é maior que o valor mínimo exigido pela ABNT NBR 15.895:2010 de 436 mg $Ca(OH)_2$/g amostra, portanto, este ensaio permite afirmar que a cinza volante possui atividade pozolânica.

3.3. MOLDAGEM E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO

O traço normal utilizado para analisar as propriedades mecânicas foi 1 : 2,06 : 2,94 : 0,55 (cimento : areia : brita : água) de Nunes (2009). Inicialmente foi realizado um traço de referência ou "padrão" com 0% de substituição e, em seguida as substituições conforme apresenta a Tabela 3.

O fator a/ag foi determinado pela relação da água com o aglomerante, já que a cinza está substituindo o cimento. A análise do pH com as fitas de pH permitem afirmar que todos os corpos-de-prova apresentaram pH básico maior que 9,0 mesmo após a adição da cinza. Os valores obtidos nos ensaios de resistência à compressão axial são apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 – Quantidades de materiais e Slump Test do traço normal

Traço	Aglomerante		Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Fator a/ag	Massa espec. (kg/m³)	Consumo de cimento (kg/m³)	Slump Test (cm)
	Cimento (kg)	Cinza (kg)							
0%	7,26	0	14,9	21,3	3,99	0,55	2402,30	367,56	5,5
2,50%	7,08	0,18	14,9	21,3	3,99	0,55	2400,57	358,19	4,0
5%	6,9	0,36	14,9	21,3	3,99	0,55	2398,84	348,83	4,5
7,50%	6,72	0,54	14,9	21,3	3,99	0,55	2397,12	339,49	3,5
10%	6,54	0,72	14,9	21,3	3,99	0,55	2395,40	330,16	3,0

Fonte: Autores.

Tabela 4 - Resistência à compressão do traço normal

% de Cinza volante	f_c (MPa)		
	Idade dos CP's		
	3 dias	7 dias	28 dias
0% (Padrão)	20,83	24,5	29,07
2,5%	18,56	25,6	29,53
5%	22,32	28,71	29,36
7,5%	17,7	23,81	29,23
10%	20,42	26,91	27,79

Fonte: Autores.

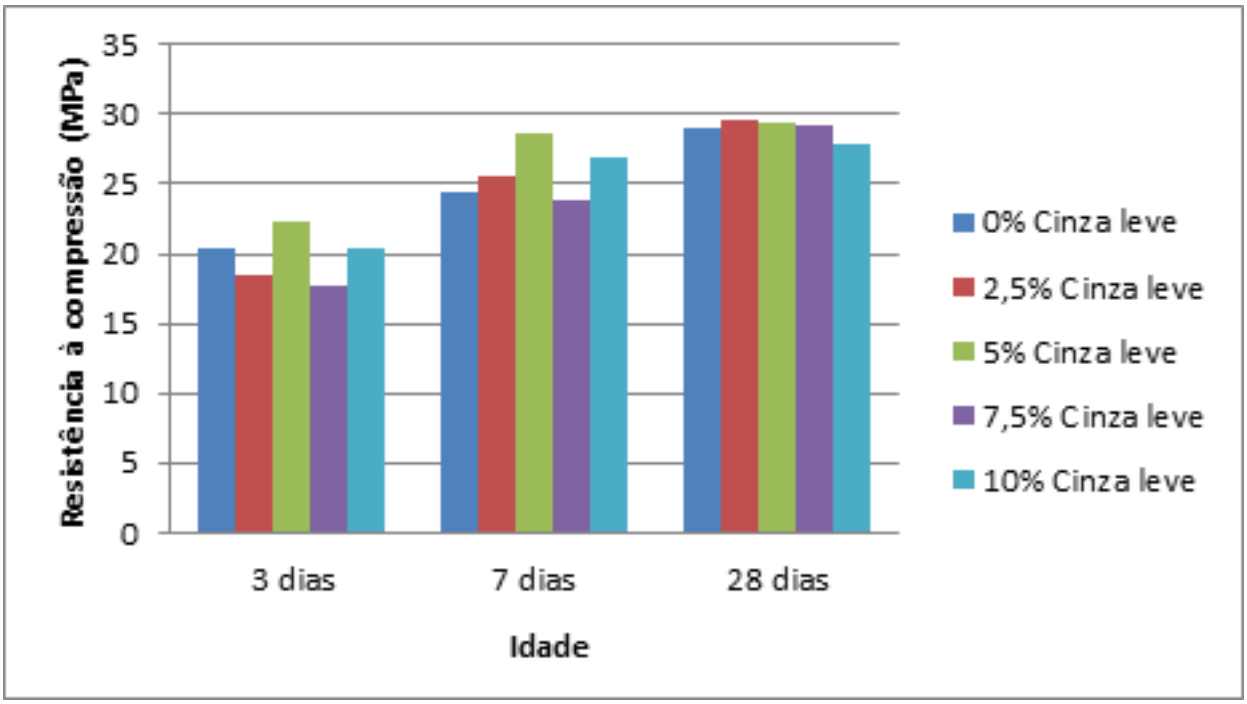
A Figura 5 ilustra a representação gráfica das resistências à compressão a 3, 7 e 28 dias para cada uma das substituições.

O gráfico confirma as características pozolânicas da cinza volante pois as resistências foram mantidas em 29 MPa. As resistências de 0%, 2,5%, 5% e 7,5% aos 28 dias ficaram próximas de 29 MPa, apenas o traço de 10% obteve uma resistência inferior aos demais, 28 MPa. Logo, uma substituição de até 7,5% de cimento por cinza volante não compromete a resistência mecânica do concreto.

É importante ressaltar que o traço com substituição de 7,5% de cinza volante elaborado com um consumo de cimento de 339,5 kg/m³ alcançou resistência à compressão de 29,23 MPa, valor um pouco acima do traço padrão com 0% de cinza, com consumo de cimento de 367,6 kg/m³ e resistência de 29,07 MPa. Esses dados mostram que a substituição de cimento por cinza volante pode contribuir para redução no consumo de cimento nos concretos e argamassas, e também reduzir o impacto ambiental causado durante a fabricação do cimento.

A seguir é apresentado os resultados obtidos para o traço rico. O segundo traço utilizado para analisar as propriedades mecânicas foi 1 : 1,85 : 2,65 : 0,55 (cimento : areia : brita : água). Inicialmente foi realizado um traço de referência ou "padrão" com 0% de substituição e, em seguida as substituições conforme apresenta a Tabela 5.

Figura 5 - Resistência à compressão dos CP's do traço normal



Fonte: Autores.

Tabela 5 – Quantidades de materiais e Slump Test do traço rico

Traço	Aglomerante		Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Fator a/ag	Massa espec. (kg/m³)	Consumo de cimento (kg/m³)	Slump Test (cm)
	Cimento (kg)	Cinza (kg)							
0%	7,34	0	13,57	19,45	4,04	0,55	2380,89	393,60	7,0
2,5%	7,16	0,183	13,57	19,45	4,04	0,55	2379,08	383,63	6,5
5%	6,97	0,367	13,57	19,45	4,04	0,55	2377,15	373,20	6,0
7,5%	6,79	0,55	13,57	19,45	4,04	0,55	2375,35	363,26	5,5
10%	6,61	0,73	13,57	19,45	4,04	0,55	2373,55	353,36	5,0

Tabela 6 - Resistência à compressão do traço rico

% de Cinza volante	f_c (MPa)		
	Idade dos CP's		
	3 dias	7 dias	28 dias
0% (Padrão)	23,49	30,31	32,36
2,5%	20,59	28,02	31,2
5%	20,34	26,8	29,91
7,5%	20,16	27,51	30,48
10%	18,88	26,3	29,76

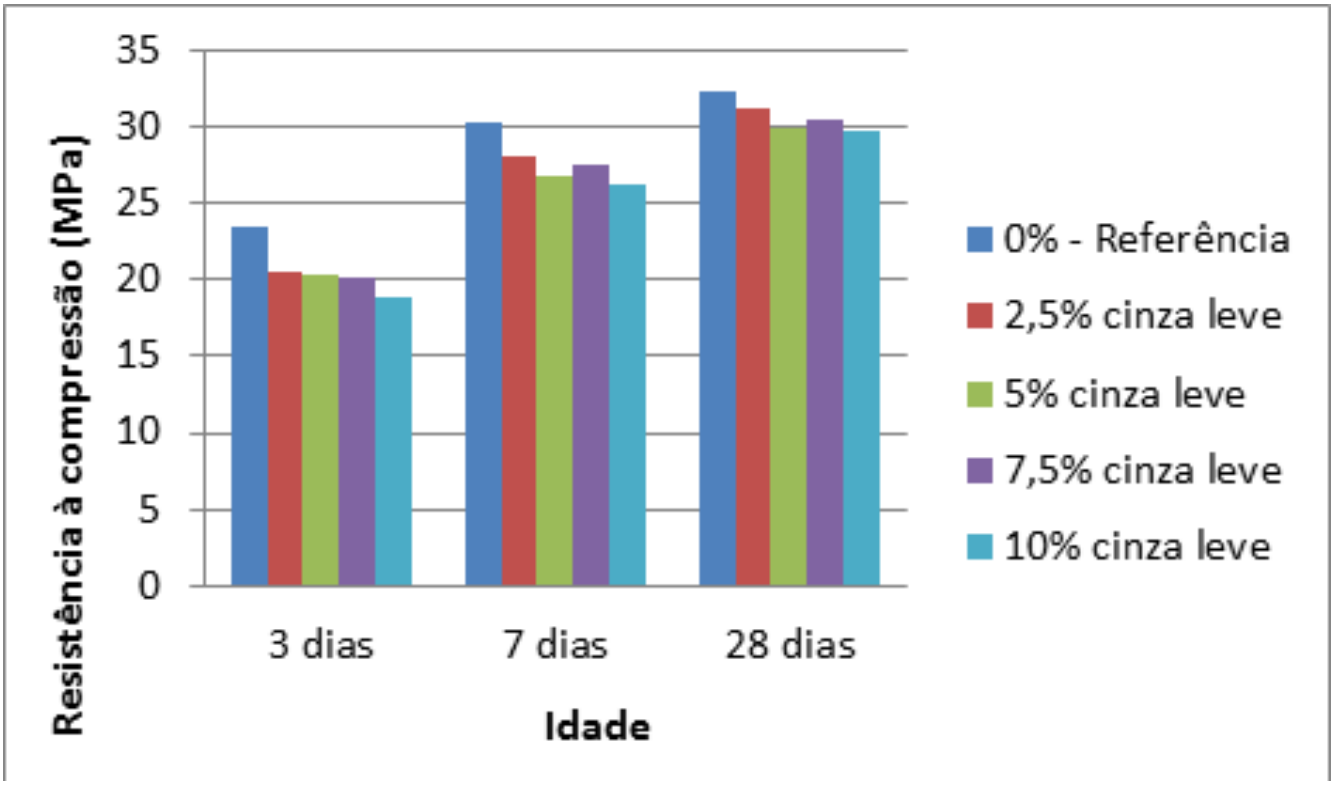
Fonte: Autores.

O fator a/ag foi determinado pela relação da água com o aglomerante, já que a cinza está substituindo o cimento. A análise do pH com as fitas de pH permitem afirmar que todos os corpos-de-prova apresentaram pH básico maior que 9, mesmo após a adição da cinza.

Os valores obtidos nos ensaios de resistência à compressão axial são apresentados na Tabela 6.

A Figura 6 apresenta a representação gráfica das resistências à compressão a 3, 7 e 28 dias para cada uma das substituições.

Figura 6 - Resistência à compressão dos CP's do traço rico

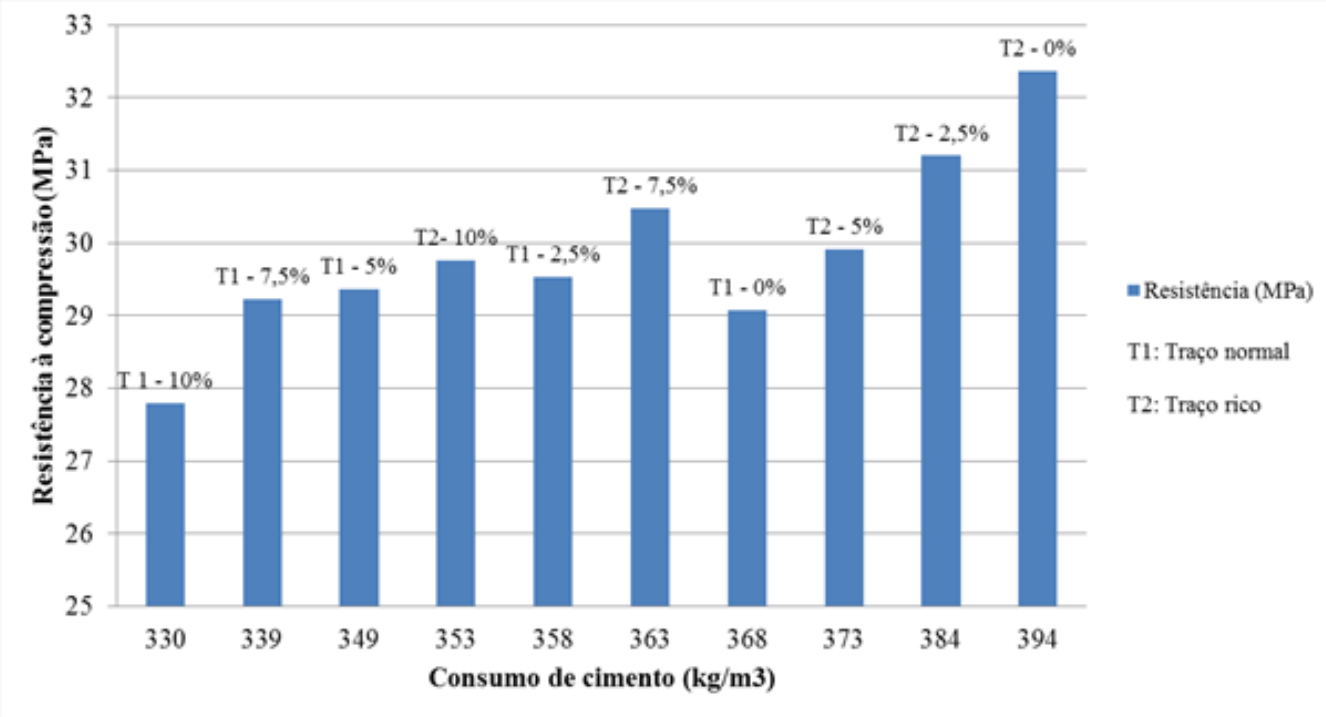


Fonte: Autores.

A análise do gráfico permite afirmar que houve um aumento regular das resistências aos 3, 7 e 28 dias, porém houve uma diminuição na resistência mecânica do concreto com a adição de cinza volante. O gráfico também evidencia que, apesar da cinza ter atividade pozolânica comprovada, a sua influência na perda de resistência é maior no traço rico, uma vez que, comparando com o traço normal no qual o consumo de cimento é menor, a substituição do cimento no traço rico se torna mais sensível e isso se reflete na resistência mecânica.

A partir das resistências obtidas nos dois traços foi elaborado um gráfico que apresenta as resistências em função do consumo de cimento, apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Consumo de cimento e resistência à compressão



Fonte: Autores.

A análise do gráfico permite afirmar que o traço rico com 10% de cinza (T2 – 10%) apresentou um consumo de cimento de 353,36 kg/m³ e uma resistência de 29,76 MPa, sendo essa resistência semelhante ao traço normal com 2,5% de substituição (T1 – 2,5%), na qual o consumo de cimento foi de 358,19 kg/m³ e a resistência 29,53 MPa, ou seja, apesar do traço ser rico, o consumo de cimento foi menor para uma resistência semelhante.

Observa-se também que no traço rico com 7,5% (T2 – 7,5%) há um consumo de cimento 363,26 kg/m³ e uma resistência de 30,48 MPa, sendo que essa resistência é semelhante à do traço original sem substituição (T1 – 0%), na qual a resistência foi de 29,07 MPa, com um consumo de cimento de 367,56 kg/m³, ou seja, o traço rico apresentou um consumo de cimento menor para uma resistência maior.

A Tabela 7 apresenta a redução de custos para a produção de 1m³ concreto e a capacidade de produção de concreto pela quantidade de cinza volante gerada pela Cocamar para o traço normal. Essa tabela foi desenvolvida a partir dos dados da geração de cinza apresentados na revisão bibliográfica, que foi de 204 ton. cinza volante/mês em 2012 e do valor do cimento CP-II-F-32 utilizado

Tabela 7 – Redução no custo e capacidade de produção de concreto para traço normal

Traço normal	Redução de cimento/ adição cinza (kg)	Redução preço (R$)	Produção de concreto (m³/mês)	Resistência (MPa)
0%	0,00	0,00	-----	29,07
2,5%	9,37	5,25	21.769,30	29,53
5%	18,73	10,49	10.892,48	29,36
7,5%	28,07	15,72	7.266,88	29,23
10%	37,40	20,95	5.454,08	27,79

Fonte: Autores.

no ensaio que foi de R$ 28,00 o saco de 50 kg.

A substituição de até 7,5% manteve a resistência em 29 MPa, isso representa uma redução de R$ 15,72 no custo do m3 do concreto que atualmente varia de R$ 260 a R$ 300, uma redução significativa para o mercado.

A Tabela 8 apresenta a redução de custos para a produção de 1m3 concreto e a capacidade de produção de concreto pela quantidade de cinza volante gerada pela Cocamar para o traço rico.

Tabela 8 – Redução no custo e capacidade de produção de concreto para traço rico

Traço rico	Redução de cimento/ adição cinza (kg)	Redução preço (R$)	Produção de concreto (m³/mês)	Resistência (MPa)
0%	0,00	0,00	-----	32,36
2,5%	9,97	5,58	20.462,09	31,2
5%	20,40	11,42	9.999,14	29,91
7,5%	30,34	16,99	6.723,88	30,48
10%	40,24	22,53	5.069,79	29,76

Fonte: Autores.

Nesse traço houve uma redução na substituição do cimento que variou de 29 a 31 MPa. A substituição de até 10% representa uma redução de R$ 22,53 no custo do m3 do concreto que atualmente varia de R$ 260 a R$ 300, uma redução significativa para o mercado.

3.4. ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A seguir, são apresentadas as micrografias das amostras de concreto coletadas no ensaio de resistência à compressão com idade de 28 dias. A Figura 8 apresenta a matriz cimentícia aumentada 6.000x para o concreto com consumo de cimento normal, as Figuras 8a, 8b, 8c, 8d e 8e, representam as respectivas substituições de 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%.

As micrografias indicam que em todas as substituições foram encontrados o silicato de cálcio hidratado, a portlandia e a etringita em quantidades variadas. Os componentes da zona de transição visualizados nos traços de 0% a 7,5% são menos encontrados que no traço com 10% de cinza, o que comprovam a semelhança da resistência de 29 MPa e a perda de resistência com 10% que foi de 28 MPa.

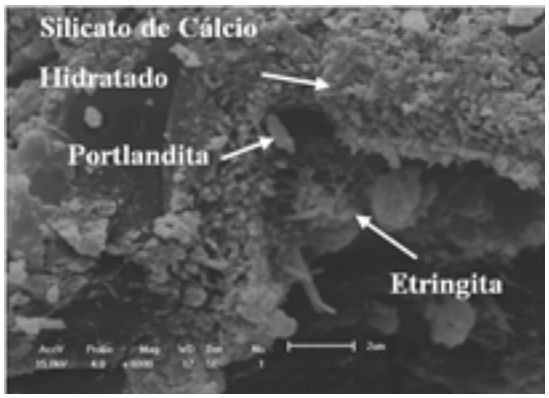
A seguir, são apresentadas as micrografias das amostras de concreto coletadas no ensaio de resistência à compressão com idade de 28 dias. A Figura 9 apresenta a matriz cimentícia aumentada 6.000x para o concreto com consumo de cimento rico, as Figuras 9a, 9b, 9c, 9d e 9e, representam as respectivas substituições de 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%.

As análises das Figuras apresentam que houve um crescimento na quantidade de etringita e portlandita em relação ao silicato de cálcio hidratado encontrado nas amostras, isso ocorreu devido ao aumento da porcentagem de substituição de cimento por cinza volante.

Essas análises do MEV reforçam a hipótese de que quanto mais rico for o traço, maior será a influência da cinza na substituição do cimento, ou seja, a cinza volante tende a reduzir a resistência à compressão nos traços ricos devido à formação de uma maior quantidade de etringita e portlandita ao invés do silicato de cálcio hidratado, que é responsável pelas propriedades mecânicas da pasta.

Figura 8 – MEV do traço normal

(a)



(b)

(c)

(d)

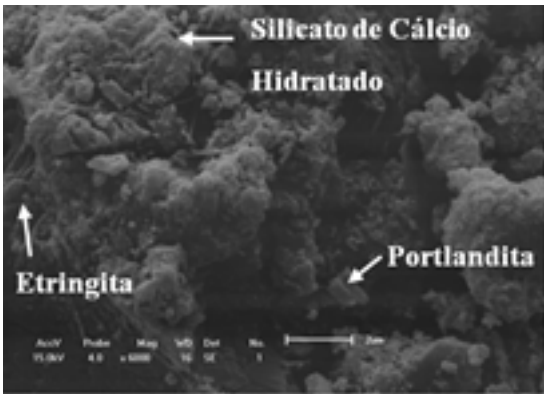
(e)

Fonte: Autores.

Figura 9 – MEV do traço rico

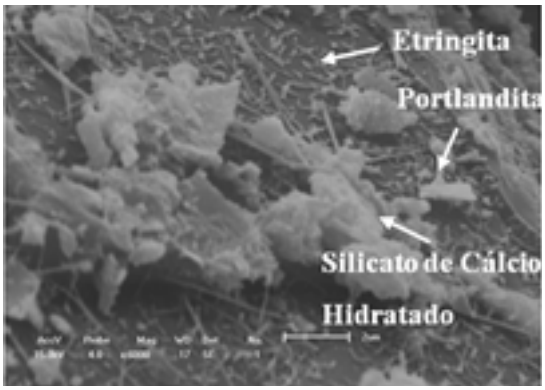
(a)

(b)

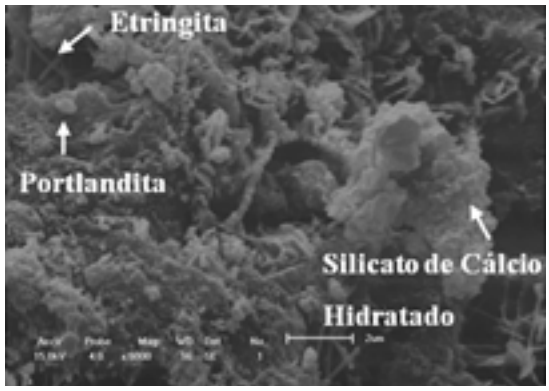


(c)

(d)



(e)



Fonte: Autores.

4. CONCLUSÃO

A viabilidade da utilização do resíduo pode ser analisada por meio de ensaios de resistência à compressão dos corpos-de-prova de concreto para os dois traços com substituições parciais de cimento por cinza. Foi comprovado que a substituição de até 7,5% no traço normal obteve uma resistência de 29 MPa, valor de resistência semelhante ao concreto sem substituição. Essa substituição também reduziu o consumo de cimento de 367 kg/m^3 para 339 kg/m^3 e o custo em R$15,72, o que é benéfico para o meio ambiente pois a incorporação da cinza no cimento irá reduzir a poluição causada pelas indústrias de cimento durante a sua fabricação e esta consequentemente pode diminuir o consumo dos recursos naturais utilizados no processo. Os ensaios de MEV afirmar que no concreto com traço normal e com substituição de até 7,5%, foi constatada a presença de silicato de cálcio hidratado em maior quantidade que a de etringita e portlandita, o que justifica a semelhança de resistências obtidas. E, também foi observado que quanto mais rico for o traço, maior será a influência da cinza na substituição do cimento Portland para reduzir a resistência mecânica.

Em síntese, conclui-se que a cinza volante do bagaço de cana pode substituir parcialmente o cimento, já este apresentou um elevado índice de pozolanicidade e uma resistência mecânica semelhante para ao concreto sem substituição.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738. Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 5738. Emenda - Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2008.

_____. NBR 5739. Concreto – Ensaio de compressão de corpor-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. NBR 7181. Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 15895. Materiais pozolânicos – Determinação do teor de hidróxido de cálcio fixado – Método Chapelle modificado. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR NM 23. Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.

_____. NBR NM 45. Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

_____. NBR NM 52. Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR NM 53. Agregado graúdo – determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67. Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR NM 248. Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 28 ago. 2012.

FEITOSA, Diego G.; MALTONI, Kátia L.; SILVIA, Ilca P. F. Avaliação da Cinza, Oriunda da Queima do Bagaço da Cana de Açúcar, na Subs-

tituição da Adubação Química Convencional para Produção de Alimentos e Preservação do Meio Ambiente. Rev. Bras. de agroecologia, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 2412-2415, nov. 2009.

MARTINS, C. H.; MACHADO, P. H. T.; ALTOÉ, S. P. S. Produção de corpos de prova de concreto com cinza do bagaço de cana-de-açúcar. In: ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 8, 2011, Maringá.

NITA, C; JOHN V. M. Materiais pozolânicos: o metacaulim e a sílica ativa. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/451, São Paulo, EPUSP, 2007. P 8-9.

NUNES, I. H. S. Estudo das características físicas e químicas da cinza do bagaço de cana-de-açúcar para uso na construção. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SALES, A; LIMA, S.A. Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement. Waste Management, Vol. 30, p. 1114–1122, 2010.

CADEIAS PRODUTIVAS SUSTENTÁVEIS

Alexandre de Avila Leripio, DR. (UNIVALI);

Daiana Censi Leripio (UNIVALI)

PALAVRAS CHAVES
design; sustentabilidade; cadeias produtivas
KEY WORDS
design; sustainability; production chains

RESUMO

Este artigo apresenta uma adaptação das cinco dimensões da sustentabilidade adotadas por Sachs (1993) à estrutura organizacional aplicada ao negócio. Quanto à dimensão social, ressalta-se a ética para com os colaboradores e a comunidade; na dimensão econômica, prevê-se o alicerce financeiro necessário a continuidade do negócio; a dimensão ecológica, por sua vez, pauta-se na inserção equilibrada do negócio no ecossistema; a dimensão espacial indica a utilização racional dos recursos naturais disponíveis; e, por fim, na dimensão cultural, busca-se a valorização do capital intelectual das organizações. Com base nessa fundamentação teórica e na aplicação dos conceitos de Produção Mais Limpa (P+L); Design for Environment (DFE) para Produtos; Extended Product Responsability (EPR); Logística Reversa; e Zero Emissions Research Iniciative (ZERI) é proposta uma possível sequência de estágios voltados para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis em cadeias produtivas, sendo eles: a) conformidade legal: atendimento pleno à legislação; b) conformidade normativa: atendimento às normas técnicas existentes; c) Gestão de riscos, Eficiência e Produtividade: com vistas à redução de riscos, custos e desperdícios; e d) Negócio Sustentável: estruturação da cadeira produtiva completa pautada na transparência.

ABSTRACT

This article presents an adaptation of the five dimensions of sustainability adopted by Sachs (1993) to the organizational structure applied to business. With regards to the social dimension, the ethics toward employees and the community is emphasized; in the economic dimension, the financial foundation necessary to allow for business continuity is considered; the ecological dimension, in turn, focuses in the balanced integration of the business in the ecosystem; the spatial dimension indicates the rational use of available natural resources; and finally, the cultural dimension, seeks the enhancement of intellectual capital of organizations. Based on this theoretical foundation and application of the concepts of Cleaner Production (CP); Design for Environment (DFE) for products; Extended Product Responsibility (EPR); Reverse logistics; and Zero Emissions Research Initiative (ZERI), a possible sequence of stages geared to the development of sustainable strategies in supply chains is proposed, namely: a) legal compliance: full compliance with the law; b) regulatory compliance: compliance with existing technical standards; c) Risk, Efficiency and Productivity Management: in order to reduce risks, costs and waste; d) Sustainable Business: structuring the complete production chain based on transparency.

1. INTRODUÇÃO

A necessária mudança dos valores e da orientação dos sistemas produtivos será decorrência de uma mudança na percepção das pessoas que compõem uma organização, o que pode ser executado através de dois elementos básicos: por consciência (sentido de necessidade) ou por espírito empreendedor (sentido de oportunidade).

Dessa forma, deve-se adotar como referenciais, por um lado a questão relativa aos impactos ambientais e prejuízos socioambientais decorrentes dos processos de produção e consumo, que precisam ser minimizados ou eliminados, e por outro lado a visão da oportunidade da geração de novos negócios a partir dos problemas atualmente gerados. Nesse contexto, os resíduos e subprodutos, tratados como perdas e desperdícios, são os alvos principais a serem eliminados.

O principal fator motivacional para as empresas mudarem sua "percepção" a respeito dos impactos ambientais que seus resíduos geram é a busca da Sustentabilidade do Negócio ou sobrevivência do negócio em uma interpretação livre.

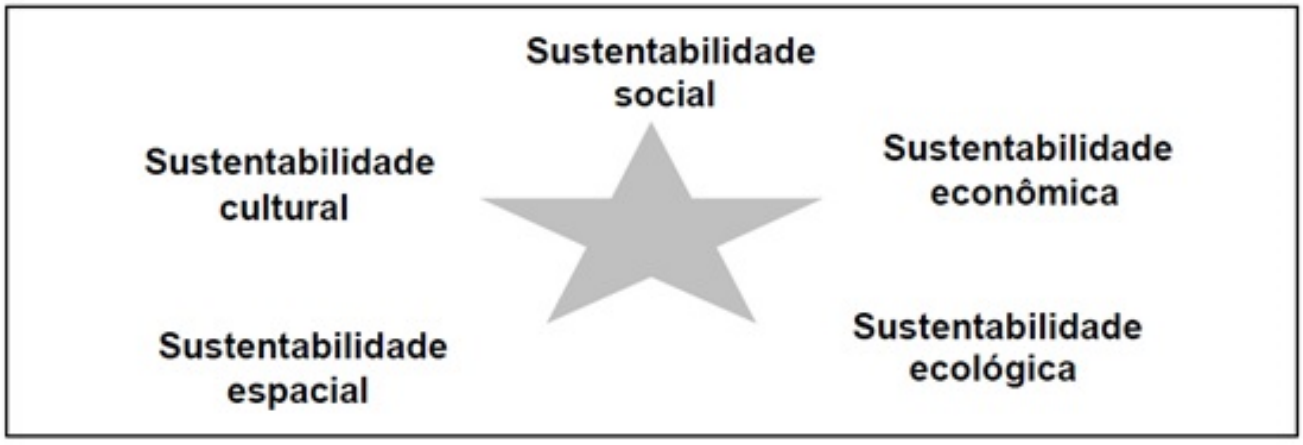
2. CONCEITOS E PREMISSAS ADOTADOS PARA A ABORDAGEM DA SUSTENTABILIDADE

A expressão sustentabilidade como apresentada neste texto é fundamentada na abordagem de Sachs (1993), que preconiza a existência de cinco dimensões da sustentabilidade. Baseado em autores e conceitos inovadores á época (e ainda hoje, frente a um sistema cartesiano), tais como o preceito sistêmico de Bertallanffy e o caos auto-organizador de Morin, além de outros, Sachs enunciou as cinco dimensões da sustentabilidade do ecodesenvolvimento, como denominado pelo próprio autor: social, econômica, ecológica, espacial e cultural, como mostra a Figura 1.

A abordagem proposta neste texto contempla uma discussão sobre a visão integrada dos diversos aspectos mencionados pelo sociólogo francês (Sachs, 1993) a serem considerados para a construção de um enfoque sustentável para as organizações, partindo dos mesmos pressupostos tratados pelo autor.

Para Sachs (2000), a dimensão social da sustentabilidade está relacionada com a distribuição justa de renda, a disponibilidade de empregos, boa qualidade de vida e igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais. Nesse mesmo enfoque, o agir comunicativo de Habermas faz parte do embasamento ético da sustentabilidade, contemplando a possibilidade de escolhas moralmente adequa¬das, pois são compartilhadas pelo senso de justiça e

Figura 1 – As cinco dimensões da sustentabilidade.



Fonte: SACHS (1993).

interesse comum, e a ética do discurso, onde todos têm a mesma possibilidade e legitimidade de participar da elaboração e definição de normas que integrem os interesses de todos os indivíduos e organizações afetados direta ou indiretamente, conforme tratado pelos autores Bassani e De Carvalho (2004), De Camargo e Pinheiro (2010), Englund, ÖHman e Östman (2008) e ainda Habermas (1989).

Uma abordagem aplicada ao negócio, adaptação de Leripio (2001) da Dimensão Social da Sustentabilidade proposta por Sachs, teria a seguinte premissa: "O negócio tem que ser gerador de emprego e renda, bem como proporcionar a melhoria da qualidade de vida da comunidade". Ou seja, o negócio é ético com seus colaboradores e com a comunidade.

A dimensão econômica da sustentabilidade garante o alicerce financeiro necessário para a continuidade de um negócio, sendo a capacidade de modernização e a autonomia em pesquisa e tecnologia, igualmente importantes na condução de um processo de desenvolvimento econômico equilibrado (SACHS, 2000). O "capitalismo natural" de Hawken, Lovins e Lovins (1999) está alinhado com a sustentabilidade econômica no momento em que alerta, por um lado, para a interdependência fundamental entre a produção e o uso do capital produzido pelo homem, e por outro, a conservação e o fornecimento do capital natural. Este último constituído de recursos, sistemas vivos e de serviços dos ecossistemas, os quais ainda não são contabilizados em sua totalidade pelo capitalismo tradicional.

Em termos da dimensão econômica, Leripio (2001), alicerçado nos fundamentos do desempenho sustentável (Kinlaw, 1998), lança a premissa básica para a face econômica da sustentabilidade: "Os negócios têm que ser lucrativos". O lucro de um negócio pode ser maior a partir da economia gerada com a eliminação de desperdícios, por exemplo, do que com o aumento de preços, que o mercado regula.

Para Sachs (1993), a sustentabilidade em sua dimensão ecológica compreende a intensificação do uso dos potenciais inerentes aos variados ecossistemas, compatível com sua mínima deterioração e garantindo a capacidade de resiliência dos mesmos. O repensar sobre o paradigma vigente e a evolução da sustentabilidade ecológica tiveram elementos que foram e continuam sendo fundamentais para a compreensão de uma visão holística da sociedade, provenientes de reflexões teóricas da década de 70, conforme mencionado por De Almeida Jr (2000):

a) Herman E. Daly com suas críticas ao pensamento econômico convencional e a ruptura para uma economia em estado de equilíbrio dinâmico, garantindo o respeito às propriedades do ambiente e ética com o ser humano;

b) Fritjof Capra e suas análises sobre o "antigo versus novo" paradigma de percepção, pensamento e ação do homem, e suas implicações éticas, sociais, econômicas, ambientais e políticas;

c) James Lovelock com a hipótese Gaia, de que os sistemas físico-químicos da Terra gozam de interdependência com os sistemas vivos.

Ainda é possível acrescentar à fundamentação teórica desses autores as análises empíricas sobre a situação mundial, organizadas por Lester Brown (State of the World), publicadas anualmente, a partir de 1984, pelo Worldwatch Institute, contribuindo para a consolidação da dimensão ambiental da sustentabilidade e conforme Gleick (1989), "Uma explicação da natureza substitui outra. Velhos problemas são vistos sob uma luz nova e outros problemas são identificados pela primeira vez".

A interpretação aplicada ao negócio sustentável da dimensão ecológica da sustentabilidade conforme Leripio (2001) se reflete na afirmação: "O negócio tem que estar inserido de forma equilibrada no ecossistema", ou seja, ele se integra de forma harmônica aos processos ecossistêmicos e aos fluxos de matéria e energia existentes em sua área geográfica de atuação.

A propósito do território em si, o equilíbrio entre as configurações urbanas e rurais, com ressalvas á concentração geográfica, foi

disseminado por Sachs (2000) para o alcance da sustentabilidade do espaço ou dimensão espacial da sustentabilidade. Os investimentos públicos em infraestrutura, fortemente destinados às zonas urbanas, promovem desigualdades quando analisadas as iniciativas para habitação, saneamento, educação, saúde e transportes nas zonas rurais, estas pouco incentivadas. Martine (2007) preconiza o uso sustentável do espaço na relação intitulada de população/desenvolvimento/ambiente (PDA). De forma geral, o autor conduz à reflexão da necessidade de uma abordagem holística, a qual considere a interação entre os diferentes usos da terra e os fatores ecológicos específicos de cada região. Ward e Dubos (1972) contribuíram com o lema adotado pela Agenda 21, "pensar globalmente, agir localmente", considerando uma visão cósmica e humanista da ocupação e desenvolvimento do espaço geográfico.

Sobre essa temática, uma questão para reflexão que pode gerar polêmica e controvérsias, considerando os diferentes pontos de vista possíveis: "toda empresa sustentável nasce pequena e com atuação local e se torna grande e global conforme seus produtos ou serviços se tornem imprescindíveis em outros mercados"?

Para contemplar a sustentabilidade espacial, em relação ao negócio, a adaptação de Leripio (2001) aponta para a seguinte afirmação: "O negócio tem que utilizar racionalmente os recursos naturais existentes e disponíveis em sua área de atuação". Cabe uma ressalva à expressão "racionalmente", devido ao caráter relativo da mesma, ou seja, uma decisão racional para empresários "sem percepção ou com pouca percepção para a sustentabilidade" pode ser algo muito diferente do que uma decisão racional de empresários mais evoluídos, ou seja, com percepção mais desenvolvida em relação ás dimensões social, cultural, espacial e ecológica além da econômica. Portanto, no contexto proposto, racionalidade parte do pressuposto conservacionista, ou seja, usar com racionalidade significa usar o recurso de forma a não esgotá-lo ou extingui-lo e com isso manter a provisão continuada de matérias primas para o negócio.

Sachs (2000) ao incluir em sua proposta a garantia do respeito às especificidades dos ecossistemas de cada local, corrobora a cultura como fato indissociável da sustentabilidade. Maia (2007), afirma que o processo de globalização conduziu a uma necessidade ampla da valorização das culturas locais, como garantia de diferencial e competitividade frente às diversas regiões e países que comercializam no mercado internacional. A pluralidade de culturas e tradições associada à busca de inovações, permite a coexistência de diferentes produtos e serviços propostos para variados públicos e interesses. No fenômeno administrativo, a influência do contexto histórico cultural dos indivíduos na cultura organizacional foi amplamente relatada por diversos autores, tais como Guerreiro Ramos (1983), Prestes Motta e Caldas (1997), Barros e Patres (1996) e ainda Serva (1990). Maturana e Varela (2001) explicam a "conduta cultural" como a estabilidade do comportamento entre as gerações, adquirida por meio das dinâmicas de comunicação, inerentes aos meios sociais.

Segundo Leripio (2001), em termos de organizações produtivas a dimensão cultural da sustentabilidade pode ser traduzida pela seguinte expressão: "Os negócios têm que ser independentes de tecnologias de produção importadas e de monopólios de fornecimento". Isso significa fomentar a "raiz endógena dos processos criativos" como diria Sachs, ou seja, valorizar o capital intelectual das organizações.

Por fim, a sustentabilidade temporal, proposta adicionalmente por Leripio (2001), embora implícita nas colocações do sociólogo francês, pode ser explicitada pela seguinte afirmação, aplicada à realidade das empresas e suas relações com o estoque de recursos naturais: "O negócio pode ser mantido ao longo do tempo, sem restrições ou escassez de insumos e matérias primas". Se o negócio utiliza recursos renováveis como matéria-prima, que promova ações de conservação de sua capacidade regenerativa ou respeite seu ciclo natural, caso utilize matérias primas oriundas de recur-

sos naturais não renováveis, que proporcione o "fechamento de ciclos", de forma a manter sempre a viabilidade do negócio a partir da reciclagem dos produtos pós-consumo, por exemplo como faz a indústria do alumínio no Brasil e no mundo.

Portanto, segundo os autores referenciados, para que uma organização rume em direção á sustentabilidade ela deve:

• assumir um compromisso no âmbito de sua rede de relações (responsabilidade social corporativa);

• produzir produtos de melhor qualidade, com menor poluição e menor uso dos recursos naturais (ecoeficiência);

• analisar o ciclo de vida dos produtos, bem como os impactos ambientais resultantes das atividades de produção em toda a cadeia produtiva;

• formar parcerias empresariais tendo como objetivo a formação de complexos industriais sistêmicos, onde os resíduos sejam transformados em novos recursos, imitando os ecossistemas naturais (emissão zero);

• aderir aos sistemas de gestão certificáveis;

• aplicar continuamente estratégias ambientais aos processos e produtos, com o intuito de reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano (produção mais limpa);

• desenvolver relatórios de sustentabilidade corporativa, bem como os acionistas da empresa devem governar seu negócio, otimizando o desempenho da empresa e facilitando o acesso ao capital (governança corporativa).

Deste modo, respeitando esses princípios e adotando tais métodos, a organização estará a caminho da sustentabilidade, ou seja, poderá garantir sua sobrevivência em um mercado cada vez mais competitivo. Como se percebe nos itens listados, não basta a organização "olhar para dentro". É fundamental que se inicie a busca pela sustentabilidade em caráter interno, mas a inserção de uma organização em uma cadeia produtiva diz muito sobre o real estágio de sustentabilidade alcançado pela mesma. O item a seguir explora melhor essas relações.

3. SUSTENTABILIDADE EM PROCESSOS E CADEIAS PRODUTIVAS

Uma cadeia de produção, para Batalha (1997), pode ser definida a partir da identificação de um produto final qualquer. Após a identificação ter sido realizada, cabe ir encadeando, do fim (jusante) ao começo (montante), as várias operações técnicas, comerciais e logísticas necessárias para a sua produção.

O conceito de cadeias produtivas está intimamente ligado ao conceito de *clusters*, que segundo Pires (2001) é normalmente parte inicial dos estudos de avaliação da cadeia produtiva, onde geralmente estes conceitos se confundem, sendo que os clusters são concentrações geográficas de algumas partes da cadeia produtiva.

Diversas estratégias e instrumentos são aplicáveis quando o objetivo é promover a sustentabilidade em processos e cadeias produtivas. Algumas das mais destacadas serão apresentadas a seguir.

3.1. RESÍDUOS, PROCESSOS E CADEIAS PRODUTIVAS

Os restos das atividades humanas, considerados como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, são chamados de resíduos (MISSIAGGIA, 2002). A classificação destes "restos" como resíduo varia de acordo com o espaço, tempo e cultura.

Os problemas associados aos resíduos, segundo Figueiredo (1995), decorrem de dois componentes principais: a crescente geração de resíduos e a evolução "qualitativa" dos mesmos. Quanto ao primeiro componente, o rápido crescimento ocorre em função tanto do crescimento populacional e seu adensamento espacial, quanto do aumento da geração per capita de resíduos, imposto pelos padrões de propaganda, que intensificam a associação do consumo à qualidade de vida. Com relação ao segundo componente, a evolução na composição da massa de resíduos se deve a evolução dos materiais empregados pela sociedade.

Para a busca de uma gestão ambiental focalizada em resíduos, no intuito de superar a ineficiência de processos e cadeias produtivas, é indispensável perseguir os seguintes pressupostos citados em Oliveira (2002):

• princípio de sustentabilidade (na dimensão) ambiental: a política deve ser orientada para a obtenção de um comportamento dos agentes geradores dos resíduos e responsáveis pelos mesmos em todas as etapas de seu ciclo de vida, de forma a minimizar o impacto sobre o meio ambiente, preservando-o como um conjunto de recursos disponíveis em iguais condições para as gerações presentes e futuras;

• princípio do "poluidor-pagador": essencial na destinação dos custos de prevenção da contaminação, este princípio estabelece que são os geradores de resíduos, os agentes econômicos, as empresas industriais e outras, que devem arcar com o custeio que implica no cumprimento das normas estabelecidas;

• princípio da precaução: o princípio sustenta que a autoridade pode exercer uma ação preventiva quando há razões para crer que as substâncias, os resíduos, ou a energia, introduzidos no meio ambiente podem ser nocivos para a saúde ou para o meio ambiente;

• princípio da responsabilidade "do berço ao túmulo": o impacto ambiental do resíduo é responsabilidade de quem o gera, isto é, a partir do momento em que o produz, até que o resíduo seja transformado em matéria inerte, eliminado ou depositado em lugar seguro, sem risco para a saúde ou o meio ambiente;

• princípio do menor custo de disposição: este princípio define uma orientação dada pela Convenção da Basiléia, em 1989, para que as soluções que se adotem em relação aos resíduos minimizem os riscos e custos de traslado ou deslocamento, fazendo como que, dentro do possível, os resíduos sejam tratados ou depositados nos lugares mais próximos de seus centros de origem;

• princípio da redução na fonte: sustenta a conveniência de evitar a geração de resíduos mediante o uso de tecnologias adequadas, tratamento ou minimização em seu lugar de origem;

• princípio do uso da melhor tecnologia disponível: é um princípio pouco aplicável em países como o Brasil que possui dependência tecnológica.

3.1.1. PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

O conceito de "Produção Mais Limpa" (*Cleaner Production)* teve sua origem e ganhou visibilidade a partir de 1989, quando o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) criou o programa de Produção Mais Limpa, visando racionalizar a produção industrial.

A Produção Mais Limpa (P+L) envolve aplicação contínua de estratégias ambientais aos processos e produtos de uma indústria, com o intuito de reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano. Esta estratégia visa prevenir a geração de resíduos, efluentes e emissões, bem como minimizar o consumo de matérias-primas e energia (Furtado, 1999).

A P+L, segundo Rigola (1998), se aplica aos:

• processos de produção: pois conserva as matérias-primas e energia, elimina matérias-primas tóxicas e reduz a quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos;

• produtos: pois reduz os impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração das matérias-primas até sua disposição final, e

• serviços: pois incorpora a preocupação ambiental no projeto e execução de serviços.

Almeida (2002) insere a implantação de um programa de P+L em três etapas. A primeira concentra-se na identificação de oportunidades de redução de poluição na fonte e no que se chama de *housekeeping* (arrumação da casa), ou seja, medidas pontuais, que exigem pouco ou nenhum investimento econômico e em geral dão retorno imediato ou em curto prazo. Já a segunda etapa significa introduzir mudanças no processo de produção. Exige investimento econômico de baixo a médio e o retorno é em curto ou médio prazo. E, finalmente, a terceira etapa incorpora mudanças tecnológicas e/ou de design de produto. O investimento econô-

mico é de médio a grande e o retorno é a médio e longo prazo.

Alguns dos incentivos que uma empresa desfruta na aplicação da P+L são abordados por Rigola (1998) e segundo esse autor, compreendem:

• o cumprimento da legislação presente ou previsível em um futuro próximo;

• obtenção de benefícios econômicos na exploração e aumento da competitividade;

• melhora da imagem empresarial e, associada a ela, estabelecimento de melhores relações com os clientes, vizinhos e a sociedade em geral; e

• redução de possíveis responsabilidades civis e penais; aperfeiçoamento das condições de trabalho no que diz respeito à higiene e segurança, e redução de necessidades de tratamento de efluentes, deixando capacidade disponível nas instalações para futuros projetos de ampliação e reduzindo a inversão que seria necessária.

Além disso, essas melhorias podem se transformar em vantagens perante negociações de prêmio de seguros juntos às companhias seguradoras.

Conforme Schmidheiny (1992), existem três impedimentos principais que servem como barreiras para a adoção de posturas ambientalmente corretas: as preocupações econômicas, a falta de informações e as atitudes dos gerentes. Assim, segundo Rigola (1998), a adoção da P+L pode apresentar algumas dificuldades, como:

• falta de consciência ambiental;

• típica resistência burocrática a introduzir qualquer tipo de troca;

• falta de suporte empresarial por parte dos altos níveis de gestão;

• falta de informação sobre as possibilidades e vantagens existentes na P+L;

• falta de tecnologia apropriada;

• prevenção por parte dos responsáveis pela pesquisa, desenvolvimento, engenharia ou produção;

• incorreta consignação dos custos de tratamento ou disposição final que não permitem refletir os benefícios econômicos;

• falta de recursos financeiros;

• falta de internalização dos custos ambientais.

A P+L se apresenta como uma atividade sistemática e permanente por facilitar uma resposta contínua às novas situações a que a empresa se expõe. Contudo, a P+L proveitosa para o meio ambiente e a economia, tem determinadas limitações em cada setor industrial. Rigola (1998) menciona a possibilidade de reduzir em até 30% os problemas ambientais através da P+L, no entanto existe um grande caminho a percorrer até alcançar os objetivos de uma iniciativa como a emissão zero, por exemplo, que será apresentada em um próximo item.

Para Figueiredo (1995), a preocupação com a reintegração dos resíduos à cadeia cíclica dos materiais no planeta inclui muitos aspectos que vão desde a escolha dos componentes utilizados pelo setor produtivo até a distribuição espacial associada ao consumo.

O mesmo autor aponta que a despeito dos vários problemas ocorridos ao longo da história, em nenhum momento a questão dos resíduos foi tratada com seriedade. Mais recentemente, por representar uma ameaça real ao meio ambiente e, consequentemente, ao próprio homem, os resíduos vêm conquistando a atenção mundial, especialmente no que diz respeito ao processamento, transporte e à disposição final, além do questionamento da sociedade e das autoridades acerca da intensidade de geração e das possibilidades e limitações no seu reaproveitamento por parte dos próprios fabricantes.

3.1.2. DESIGN FOR ENVIRONMENT (DFE) PARA PRODUTOS

O Projeto para o Meio Ambiente (DFE, por sua sigla em inglês *Design For Enviroment*) significa fazer das considerações ambientais uma parte integral do processo de projeto de produtos, com o objetivo de facilitar a reciclagem de um produto, assim como adaptar os novos materiais e processos, na melhoria e criação de novos produtos.

O DFE usa os conceitos de ciclo de vida

juntamente com algumas estratégias a fim de reduzir o impacto ambiental. As estratégias apresentadas nesta perspectiva, citadas por Manzini & Vezzoli (2005) são as seguintes:

• minimização dos recursos: reduzir o uso de materiais e de energia;

• escolha de recursos e processos de baixo impacto ambiental: selecionar os materiais, os processos e as fontes energéticas de maior ecocompatibilidade;

• otimização da vida dos produtos: projetar artefatos que perdurem. Esta estratégia está relacionada, mais propriamente, às fases de distribuição (embalagem), uso e de descarte/eliminação;

• extensão de vida dos materiais: projetar em função da valorização (reaplicação) dos materiais descartados. Esta estratégia é própria da fase de descarte/eliminação;

• facilidade de desmontagem: projetar em função da facilidade de separação das partes e dos materiais. Este preceito é funcional para a otimização da vida dos produtos e para a extensão da vida dos materiais.

Para Manzini & Vezzoli (2005), as decisões mais importantes e influentes, de um design ambientalmente consciente são tomadas nas primeiras fases do projeto. É importante, portanto, introduzir e integrar as questões e os requisitos ambientais desde o início do processo de desenvolvimento de um produto ou de um serviço. Assim, para que essas estratégias citadas sejam eficazes, elas devem ser aplicadas somente depois da definição dos objetivos do projeto e dos requisitos daí derivados.

Evidentemente, ainda segundo os autores acima, quem projeta – para evitar estratégias e escolhas enganosas, e para visualizar e focalizar com um certo grau de confiança os âmbitos mais significativos em que é preciso intervir – deve ter, desde o início, as informações e os instrumentos de decisão necessários. Quem projeta tem de possuir informações e os instrumentos e métodos de análise, de medida, de avaliação e, até mesmo, instrumentos de suporte para as suas decisões.

As escolhas que os projetistas fazem durante o desenvolvimento de um produto novo ou melhorado, determinarão o impacto ambiental durante cada fase do ciclo de vida do produto, desde a aquisição de materiais passando pela manufatura, uso, reuso e finalmente o descarte final do produto. Os mesmos podem avaliar também o desempenho ambiental de seus produtos e propor soluções muito originais aos interesses ambientais, ou eles podem ainda ajudar a sintetizar as melhorias que agora incluem interesses ambientais (PRATES, 1998).

3.2. Estratégias e Instrumentos para a Sustentabilidade das Cadeias Produtivas

No momento em que as organizações cumprirem ações internas voltadas á melhoria de processos, seu foco pode e deve se voltar á cadeia produtiva que atua. De forma a fundamentar as abordagens de cadeias produtivas sustentáveis, serão apresentadas algumas estratégias e/ou instrumentos apropriados a tal finalidade.

3.2.1 DESIGN DE PROCESSOS E CADEIAS PRODUTIVAS

O desenvolvimento de produtos limpos pode requerer tecnologias limpas, mas certamente, requer uma nova capacidade de design (de fato, é possível chegar a produtos limpos mesmo sem muitas sofisticações tecnológicas). De maneira semelhante, porém mais acentuada ainda, a busca da promoção do consumo e do comportamento limpos exige novos produtos, podendo também direcionar a orientação das escolhas para um novo mix de produtos e serviços que para serem aceitos, dependem de uma mudança na cultura e no comportamento dos usuários. Nesse âmbito, portanto, propor soluções que apresentem uma alta qualidade ambiental não pode prescindir do quanto, e como, elas sejam social e culturalmente aceitáveis (MANZINI & VEZZOLI, 2005).

Dentro desse quadro geral de referência, para Manzini & Vezzoli (2005), o papel do *design* pode ser sintetizado como a atividade que, li-

gando o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, faz nascer novas propostas que sejam social e culturalmente apreciáveis. Uma atividade que possa ser articulada, conforme o caso, em diferentes formas, cada uma delas dotada de suas especificidades.

Os objetivos do Projeto para o Meio Ambiente visando o aprimoramento dos processos e cadeias produtivas, na busca do menor impacto ambiental e apoiando o crescimento sustentável, são apresentados conforme Prates (1998):

• Análise do projeto: inclui um número de atividades inter-relacionadas, as quais pretendem avaliar sistematicamente as opções de projeto;

• Identificação do perfil ambiental: fornecem ao projetista uma boa indicação por onde começar a revisão de possíveis estratégias de projetos;

• Estratégia de projeto: uma vez que a fase de ciclo de vida dominante é identificada, o projetista deverá avaliar as opções de projeto inicial juntamente com as estratégias definidas;

• check-list de ciclo de vida: esses questionários são desenvolvidos para ajudar os projetistas a incluir as considerações ambientais associadas com as estratégias de melhoria;

• Análise de opção de projeto: a proposta é atentar para identificar as opções de projeto com o maior potencial para a competitividade ambiental;

• Otimização de projeto: cada uma das opções de projeto analisadas pode ser acoplada com outras considerações e avaliadas juntamente com os objetivos do projeto. Fazer escolhas entre as opções é uma característica regular da atividade de projeto.

Manzini e Vezzoli (2005) prescrevem que o design para a sustentabilidade deve aprofundar suas propostas na constante avaliação comparada das implicações ambientais, nas diferentes soluções técnica, econômica e socialmente aceitáveis e deve considerar, ainda, durante a concepção de produtos e serviços, todas as condicionantes que os determinem por todo o seu ciclo de vida. As mudanças necessárias à transição para a sustentabilidade são de ordem sistêmica e, portanto, exigem inovações não somente tecnológicas, mas também sociais e culturais e em toda a cadeia produtiva.

3.2.2. RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR

As primeiras legislações ambientais do início dos anos 70 seguiam a tendência de responsabilizar os governos locais pelo impacto ambiental causado pelos resíduos sólidos pós-consumo. No entanto, mais recentemente, as legislações tendem a responsabilizar os fabricantes, direta ou indiretamente, pelo impacto de seus produtos no meio ambiente, por meio de leis dirigidas às etapas de reciclagem ou, indiretamente, por meio de proibições de disposição em aterros sanitários e do uso de certos tipos de embalagens plásticas até a devida estruturação dos canais reversos. Essas legislações têm sua origem nas idéias da denominada filosofia de EPR (*Extended Product Responsability*) (LEITE, 2009).

A Responsabilidade Estendida do Produtor é uma das mais significativas tendências normativas atualmente encontradas no cenário europeu e internacional. Sua definição mais difundida e aceita foi proposta por pesquisadores da Universidade de Lundt:

> A extensão da responsabilidade do produtor é uma estratégia visando à redução do impacto ambiental de um produto, tornando o produtor responsável pelo ciclo de vida total do produto e, em particular, pela recuperação, pela reciclagem e pela digestão dos resíduos finais. A extensão da responsabilidade pode ser implementada através de instrumentos administrativos, econômicos e informativos. A composição desses instrumentos determina a fórmula precisa da extensão da responsabilidade (UNIVERSITY OF LUNDT, 1992 APUD MANZINI & VEZZOLI, 2005).

O ciclo de vida do produto, segundo Mourad *et al.* (2002), inicia-se quando os recursos para a sua fabricação são removidos de sua origem, a natureza - o berço, e finaliza-se quando o material retorna para a terra, o túmulo. O chamado princípio EPR fundamenta a idéia de estender a toda a cadeia industrial direta a responsabilidade de reduzir os impactos de seus processos e produtos no meio ambiente, atribuindo ao produtor a responsabilidade pelo produto durante todo o seu ciclo de vida, "do berço ao túmulo". O ciclo de vida de um produto, no contexto do EPR pode ser observado na figura 2 a seguir.

Figura 2 – Responsabilidade Estendida do Produtor segundo a perspectiva do Ciclo de vida.

Fonte: Manzini & Vezzoli (2005).

No âmbito da EPR, esta poderia expandir-se ao ciclo inteiro de vida do produto, conforme sugerem Manzini & Vezzoli (2005), abrangendo não somente a produção e a valorização de seu fim de vida, mas também na sua correta gestão durante seu período de vida útil. O produtor tenderia, assim, a mudar de papel e posicionar-se também como um operador, cujo trabalho não mais derive apenas da venda dos seus produtos, mas também, da venda dos resultados deles (mobilidade, entretenimento, limpeza da casa e do vestuário...), ou seja, uma empresa fabricante de condicionadores de ar não venderia mais o direito de propriedade do aparelho ao cliente, mas o direito de uso por tempo pré-determinado (fim estimado da vida útil), ou ainda o fabricante ou seu representante poderia prestar serviços de "climatização de ambientes", por meio dos aparelhos produzidos, de posse/propriedade/responsabilidade do fabricante. Quando o aparelho estraga, é obrigação do prestador de serviço repor o equipamento danificado. Com isso, o consumidor se desobriga de ter que consertar ou dar destino adequado a um equipamento que, de posse de seu fabricante, pode ser recondicionado e reinserido na cadeia produtiva. Para que isso aconteça, a própria logística terá que ser adaptada.

3.2.3. LOGÍSTICA REVERSA

O conceito de logística começou a aparecer no inicio da década de 40 do século passado, devido principalmente á sua utilização pelas forças armadas norte-americanas na segunda grande guerra mundial. Em 1948, segundo Colin e Porras (1996), a logística foi definida pela American Marketing Association como a forma de movimentação e manutenção de mercadorias do ponto de produção ao ponto de consumo ou de utilização.

Para Ching (1999), nas décadas de 80 e 90, o foco da logística passou a ser de agregar maior valor ao cliente, na qual a integração da cadeia logística (supply chain), tornou-se elemento fundamental para a conquista de vantagens competitivas. Segundo o mesmo, a integração da cadeia logística concentra-se em alinhar os processos-chave do negócio de montante (fontes supridores de insumos) até jusante (consumidores).

Uma cadeia de suprimento (Supply Chain) pode ser vista de acordo com Slack (1997), como uma cadeia sequenciada de unidades produtivas dentro de uma rede de suprimentos de uma organização, a qual passa pela própria organização. Segundo o mesmo autor, uma rede de suprimentos se dá quando todas as operações formam uma rede de fornecedores para fornecedores e

clientes para clientes, sendo que todas as operações, que fazem parte de uma rede maior de clientes e fornecedores, podem ser rastreadas para trás em direção ás fontes originais de bens e serviços (montante) e igualmente para a frente em direção aos clientes finais (jusante).

Dentro de uma cadeia de suprimentos, especialmente nas mais longas, erros, anomalias e volatilidades são crescentes para as empresas situadas mais a montante. Com o intuito de racionalizar estas aberrações na cadeia e na busca por melhor qualidade e produtividade, de acordo com Pedrozo e Hansen (2001), é que surgiu a função da logística nas organizações, envolvendo a ligação entre as funções internas e externas da mesma, com os fornecedores diretos e indiretos.

As exigências cada vez maiores de se adequar os processos das organizações à proteção ao meio ambiente faz surgir uma sub-área da logística empresarial, a logística reversa. Esta sub-área, definida pelo *Council of Logistics Management* (CLM) "engloba práticas de gerenciamento de logística e atividades envolvidas na redução, gerência e disposição de resíduos, incluindo distribuição reversa, que é o processo pelo qual uma companhia coleta seus produtos usados danificados, vencidos ou as embalagens de seus consumidores finais"(SIMÕES, 2002).

Segundo Leite (2009) os canais de distribuição reversos compreendem as etapas, as formas e os meios em que uma parcela dos produtos da empresa, com pouco uso após a venda, com ciclo de vida útil ampliado ou após extinta a sua vida útil, retorna ao ciclo produtivo ou de negócios, readquirindo valor em mercados secundários pelo reuso ou pela reciclagem de seus materiais constituintes.

Leite (2009) define duas categorias de canais de distribuição reversos: os canais de distribuição reversos de pós-consumo e de pós-venda. Os canais reversos de pós-consumo subdividem-se em canais reversos de reuso de bens duráveis e semiduráveis, de desmanche de bens duráveis e de reciclagem de produtos e materiais constituintes. Os canais reversos de pós-venda são constituídos pelas diferentes formas e possibilidades de retorno de uma parcela de produtos, com pouco ou nenhum uso, motivados por problemas relacionados à qualidade em geral ou a processos comerciais entre empresas, retornando ao ciclo de negócios de alguma maneira. Na figura 3 se pode observar o fluxo dos produtos nos canais de distribuição diretos e reversos, desde as matérias-primas virgens até o mercado, entendido como o mercado primário de produtos.

A conscientização ecológica e a busca por um desenvolvimento sustentável, aliados às pressões legislativas de proteção ao meio ambiente e a consequente responsabilidade social por parte das empresas representam fatores de influência no surgimento das cadeias produtivas reversas.

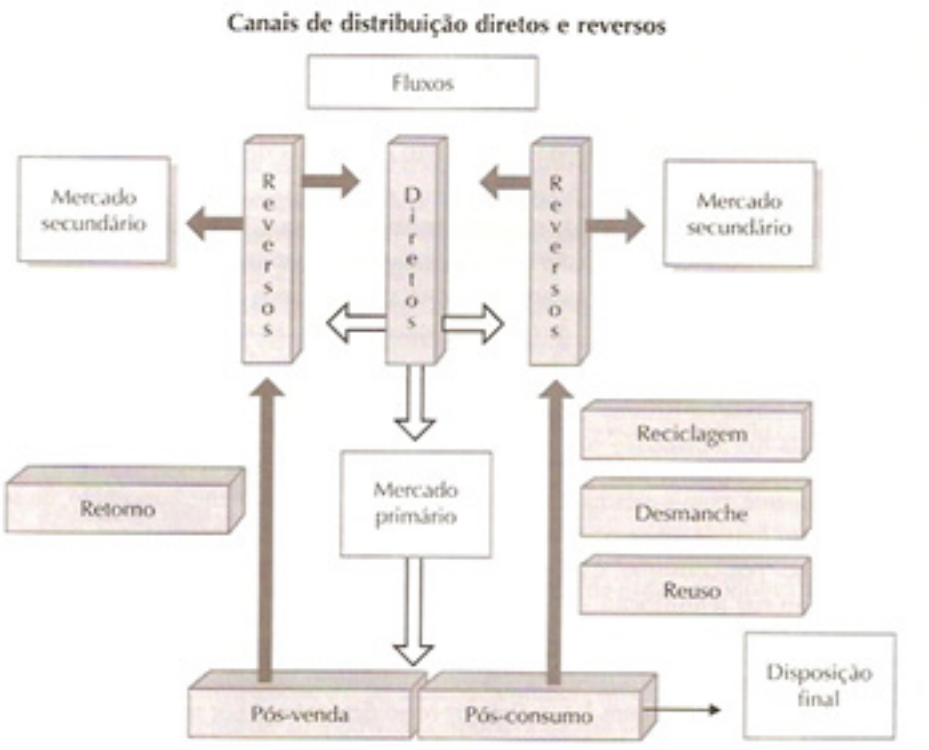
Segundo Leite (2009), observa-se um avanço nas legislações de diversos países, visando responsabilizar as empresas pelo retorno de seus bens e materiais, evitando o impacto disso sobre o meio ambiente.

Como exemplo, podem ser citados o RoHS – *Restrictions for Hazardous Substances* e o WEEE – *Waste from Electrical and Electronic Equipment*, exigidos na União Européia a partir de 01/01/2006, baseado na Responsabilidade Estendida do Produtor (EPR). Observa-se também uma maior preocupação dos empresários na busca de competitividade por meio da logística reversa, visto que ela permite uma diferenciação mercadológica de serviço perceptível aos clientes.

A responsabilidade social representa um fator fundamental para a implantação de programas de logística reversa onde a redução de custos não seja significativa ou até mesmo haja o aumento de custos diretos, que são compensados pela redução de impactos negativos na comunidade traduzidos em custos indiretos ou mesmo inatingíveis (SIMÕES, 2002).

Uma cadeia produtiva sustentável não pode, portanto, não se apresentar como um

Figura 3 – Canais de distribuição diretos e reversos



Fonte: adaptado de Leite (2009)

ciclo, seja pela renovabilidade de suas matérias primas e biodegradabilidade de seus produtos ou pela reciclabilidade de seus produtos pós-consumo.

3.2.4 ZERO EMISSIONS RESEARCH INITIATIVE (ZERI)

A Iniciativa para a Pesquisa em Emissão Zero (ZERI, por sua sigla em inglês Zero *Emissions Research Initiative*) foi lançada, em 1994, pela Universidade das Nações Unidas (UNU - *United Nations University*) em Tóquio, no contexto do Programa de Ecoreestruturação para o Desenvolvimento Sustentável (PAULI, 1998).

O ZERI surgiu na UNU como resultado da convergência de três correntes de pensamento que dominaram o cenário mundial nos últimos 60 anos: a desenvolvimentista, voltada para o crescimento econômico e a expansão da produção industrial; a social, atenta ao bem estar humano individual e coletivo, e a ecológica, defendendo os sistemas naturais e a qualidade do meio ambiente.

Um dos princípios fundamentais que inspiraram o conceito de ZERI foi a intenção de imitar os ecossistemas naturais harmonizando as atividades econômicas com os ciclos biológicos, respeitar as leis da vida sobre o planeta, enquanto se busca o progresso material e bem-estar social, e proporcionar às atuais gerações o que necessitam, sem comprometer as chances de que as futuras gerações tenham o mesmo (LERIPIO, 2001).

Nesse contexto, o ZERI emergiu de um processo de cristalização dos ideais do desenvolvimento sustentável proclamados na Conferência de Estocolmo e consagrados na Rio-92, e da busca de estratégias apropriadas para promovê-lo.

A metodologia ZERI se apoia, segundo Pauli (1998), em cinco etapas distintas:

• modelos de aproveitamento total: utilização completa de todos os resíduos gerados no próprio processo produtivo;

• modelos de entrada e saída: quando não é possível a transformação total dos materiais de entrada se procede um inventário de todos os componentes de saída, para a análise de possíveis usos;

• modelos de conglomerados industriais: em uma terceira etapa se busca o agrupamento de indústrias que através de novas relações comerciais, podem conseguir um benefício mútuo;

• identificação de novas tecnologias: os agrupamentos industriais podem não ser economicamente viáveis, tendo que identificar as trocas tecnológicas necessárias e lançar programas de investigação para conseguir o objetivo de poluição zero;

• Planejamento de políticas industriais:

todas as etapas anteriores devem ser acompanhadas por uma política industrial e uma legislação apropriadas que facilitem o progresso e os objetivos marcados.

O ZERI traz a abordagem sistêmica para dentro do conjunto das atividades industriais, contrapondo-se à visão linear tradicional da empresa, na qual o processo produtivo se resume em três estágios: insumo, processo e produto. Analisa o processo produtivo interligado e sugere políticas e estratégias de gestão do sistema econômico e social.

A aplicabilidade do ZERI é enorme, mas tem limitações. A falta de conhecimento, a literatura escassa, a divulgação incipiente e o desafio paradigmático de mudar a mente conservadora, exigem forte colaboração e cooperação entre todas as partes interessadas, governo, academia e setor privado (Leripio, 2001).

A metodologia ZERI, comenta Pauli (1998), fornece um instrumento interessante para muitos setores alcançarem o desenvolvimento sustentável. Os ambientalistas vêem-na como um instrumento para uma redução extraordinária da poluição. O gerenciamento existente utiliza-a para aumentar sua competitividade. Os investidores vêem-na como um instrumento para obtenção de ganhos substanciais de capital em ativos ocultos e se utilizam da metodologia para a identificação de empresas subestimadas que sejam dignas de ser incorporadas. Os governos utilizam a metodologia para a identificação de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável de regiões, para as quais um pacote especial de incentivos pode ser planejado. E os cientistas se voltam à metodologia ZERI porque ela oferece um sistema único para integrar diversas disciplinas, todas com interesse na construção de um futuro sustentável, mas que até agora encontraram poucas conexões para a realização de um programa pertencente a todos.

4. CONVERSÃO DE CADEIAS PRODUTIVAS PARA A SUSTENTABILIDADE

No contexto empresarial, a discussão da evolução da sustentabilidade e a suas interfaces com as teorias científicas formam um embasamento consolidado e necessário para a elaboração de ferramentas que auxiliem as empresas a construírem uma atuação alinhada com as expectativas das partes interessadas. Apesar das críticas às fórmulas prescritivas do funcionalismo na gestão, destacadas por autores como Clark e Greatbatch (2004), Collins (2000), De Paula e Wood Jr (2003) e Pierce e Newstron (2002), este permite aproximar os conceitos teóricos das necessidades da resolução de problemas práticos das organizações.

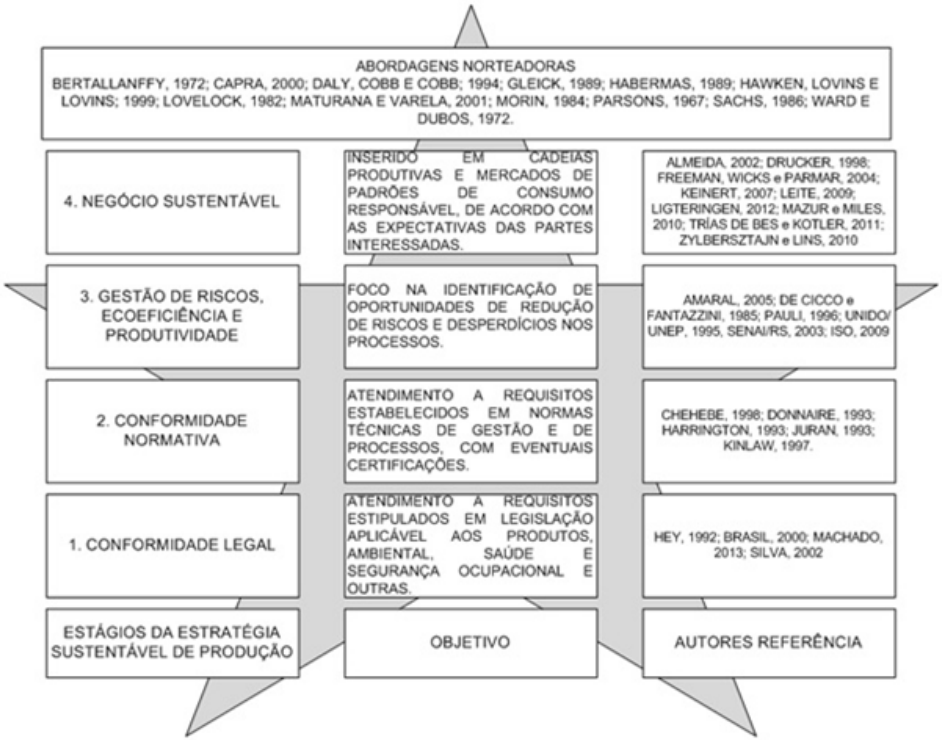
Senge (2006) acredita que a sustentabilidade é um termo amplo, análogo a um "guarda-chuva", o qual contempla soluções que contribuem para as organizações lidarem de forma eficaz com suas externalidades causadas pela visão de lucro no curto prazo.

Neste contexto, a sustentabilidade se converte em estratégias e práticas organizacionais, delimitadas por um conjunto de condicionantes socioambientais, na qual a gestão dos riscos envolvidos depende não somente da capacidade técnica e econômica das empresas, mas também de como se organizam para responder tais condicionantes (Amato Neto, 2011). De tal modo, é proposta uma reflexão sobre uma possível sequência de estágios para que as organizações desenvolvam estratégias para se tornarem sustentáveis, considerando neste sentido as dimensões de Sachs (2000) e as teorias científicas abordadas, mas igualmente o âmago da temática que consiste na habilidade de se manter ou conservar um modelo sistemático capaz de se adaptar às mais diversas situações, reforçando a própria definição de capacidade de resiliência dos seres vivos. De forma mais prática, significa a sobrevivência permanente dos empreendimentos humanos e da própria sociedade, pois se relaciona com as condições de vida oferecidas pelo planeta.

A sequência proposta por Leripio para a sustentabilidade das organizações (Figura 4) é

denominada "Estágios da Estratégia Sustentável de Produção", a qual se fundamenta na busca por vantagens (econômicas inclusive) às organizações que a implementem de forma integral.

Figura 4 – "Estágios da Estratégia Sustentável de Produção", seus objetivos e autores


ABORDAGENS NORTEADORAS
BERTALLANFFY, 1972; CAPRA, 2000; DALY, COBB E COBB; 1994; GLEICK, 1989; HABERMAS, 1989; HAWKEN, LOVINS E LOVINS; 1999; LOVELOCK, 1982; MATURANA E VARELA, 2001; MORIN, 1984; PARSONS, 1967; SACHS, 1986; WARD E DUBOS, 1972.
4. NEGÓCIO SUSTENTÁVEL
INSERIDO EM CADEIAS PRODUTIVAS E MERCADOS DE PADRÕES DE CONSUMO RESPONSÁVEL, DE ACORDO COM AS EXPECTATIVAS DAS PARTES INTERESSADAS.
ALMEIDA, 2002; DRUCKER, 1998; FREEMAN, WICKS e PARMAR, 2004; KEINERT, 2007; LEITE, 2009; LIGTERINGEN, 2012; MAZUR e MILES, 2010; TRÍAS DE BES e KOTLER, 2011; ZYLBERSZTAJN e LINS, 2010
3. GESTÃO DE RISCOS, ECOEFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE
FOCO NA IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE RISCOS E DESPERDÍCIOS NOS PROCESSOS.
AMARAL, 2005; DE CICCO e FANTAZZINI, 1985; PAULI, 1996; UNIDO/UNEP, 1995, SENAI/RS, 2003; ISO, 2009
2. CONFORMIDADE NORMATIVA
ATENDIMENTO A REQUISITOS ESTABELECIDOS EM NORMAS TÉCNICAS DE GESTÃO E DE PROCESSOS, COM EVENTUAIS CERTIFICAÇÕES.
CHEHEBE, 1998; DONNAIRE, 1993; HARRINGTON, 1993; JURAN, 1993; KINLAW, 1997.
1. CONFORMIDADE LEGAL
ATENDIMENTO A REQUISITOS ESTIPULADOS EM LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AOS PRODUTOS, AMBIENTAL, SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL E OUTRAS.
HEY, 1992; BRASIL, 2000; MACHADO, 2013; SILVA, 2002
ESTÁGIOS DA ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL DE PRODUÇÃO
OBJETIVO
AUTORES REFERÊNCIA

Fonte: Autores

O primeiro estágio, Conformidade Legal, estabelece a seguinte premissa: a organização em busca da sustentabilidade deve atender integralmente aos requisitos estabelecidos pela legislação relacionada aos processos e produtos, aspectos socioambientais e riscos ocupacionais, entre outras aplicáveis. A abordagem proposta contempla o atendimento pleno da legislação com base em dois critérios: cálculo do custo do passivo legal decorrente da omissão e conformidade legal ao menor custo, conforme corroboram autores como Hey (1992), Brasil (2000), Machado (2013) e Silva (2002).

O segundo estágio, Conformidade Normativa, enuncia que a organização em busca da sustentabilidade deve atender requisitos estabelecidos em normas técnicas que constituem as melhores práticas de gestão e de processos disponíveis, de forma que seja possível a estabilização dos processos e sua medição por indicadores, de acordo com o proposto por Bandeira (2009), Chehebe (1998), Costa (2010), Harrington (1993), Juran (1993) e Kinlaw (1997), considerando apenas os principais ou mais clássicos autores sobre o tema. Os sistemas de gestão utilizados nesse estágio podem ser direcionados aos relacionamentos estratégicos da organização, como por exemplo, mercado e clientes (NBR ISO 9.001:2008), meio ambiente (NBR ISO 14.001:2004), saúde e segurança dos trabalhadores (OHSAS 18.001:2007) e responsabilidade social (NBR 16.001:2012). Deve-se destacar que as certificações podem proporcionar diferenciais de mercado para as organizações, porém, não são obrigatórias para o atendimento dos "requisitos" do estágio de Conformidade Normativa.

O terceiro estágio concentra-se na Gestão de Riscos, Eficiência e Produtividade e possui foco direcionado à redução de riscos, de custos e de desperdícios nos processos organizacionais. Toda forma de poluição, por exemplo, deve ser entendida como manifestação de ineficiência dos processos produtivos. O que para uma organização tradicional é visto como um problema deve ser percebido como uma oportunidade de melhoria de competitividade. Para tanto, cada intervenção é planejada e tem sua viabilidade definida de acordo com a análise de aspectos socioambientais e riscos ocupacionais, tecnologias apropriadas e investimentos associados, conforme preconizam Amaral (2005) De Cicco e Fantazzini (1985), Pauli (1996), UNIDO/UNEP (1995), SENAI/RS (2003) e ISO (2009). Essa abordagem permite constatar que as maiores oportunidades existentes estão fortemente associadas ao aumento de produtividade, à redu-

ção dos riscos e dos desperdícios dos processos.

O quarto estágio, Negócio Sustentável, dirige-se à cadeia produtiva completa, abrangendo desde os fornecedores até os clientes e consumidores. Entre as iniciativas estão as do tipo "efeito dominó" sobre a cadeia de fornecedores, que levam estes a adotar as práticas de sustentabilidade já adotadas pela própria organização, porém, adaptado à suas realidades. Outro elemento fundamental é a comunicação com os clientes e consumidores sobre as características dos produtos. Devem ser destacadas suas potencialidades, mas também suas limitações durante e após o uso, os indicadores de produção e outras informações que podem ser importantes para as partes interessadas. Em síntese, a transparência da organização leva a um melhor relacionamento com os grupos de interesse e, consequentemente, proporciona maior legitimidade social à organização, o que é tratado por autores como Almeida (2002), Drucker (1998), Freeman, Wicks e Parmar (2004), Keinert (2007), Leite (2009), Ligteringen (2012), Mazur e Miles (2010), Trías De Bes e Kotler (2011) e ainda Zylbersztajn e Lins (2010).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se percebe, não basta a organização "olhar para dentro" para alcançar a sustentabilidade. É fundamental que se inicie a busca pela sustentabilidade em caráter interno, mas a inserção de uma organização em uma cadeia produtiva e as características gerais dessa cadeia de fornecedores e consumidores dizem muito sobre o real estágio de sustentabilidade alcançado pela mesma.

O setor empresarial moderno tem evoluído rapidamente na busca da sustentabilidade, impulsionado em grande medida pelos desejos e tendências dos consumidores, que cada vez mais recorrem a valores da cidadania, como ética, justiça e transparência, para tomarem suas decisões de compra.

No Brasil, como no mundo, a vanguarda do setor empresarial não está alheia a essas mudanças e tem procurado corresponder, aprendendo a pensar e a agir nas cinco dimensões da sustentabilidade, mesmo que sem a adoção de sequências ou roteiros sistematizados de ações coerentes entre o discurso e a prática, justamente a intenção de contribuição desse texto.

A partir da configuração geral de Sachs (2000) sobre as dimensões da sustentabilidade e corroborando a própria visão do autor de que o ideal será quando se falará somente em desenvolvimento, sem o prefixo eco, o texto propõe uma fundamentação de estratégias e instrumentos e uma reflexão sobre uma sequência de "Estágios da Estratégia Sustentável de Produção" como um possível caminho que seja útil a empresários, porém, por outro lado, que possa servir à própria sociedade (cidadãos e consumidores) para avaliar as práticas divulgadas por organizações que, ainda um pouco longe de cumprir com suas obrigações mais básicas, utilizam campanhas publicitárias para comunicar ao mercado que são sustentáveis.

Por fim, é importante ressaltar que quando falamos de organizações e negócios sustentáveis, estamos falando de pessoas sustentáveis.

6. REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16.001:2012: Responsabilidade social - Sistema da gestão - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9.001:2008: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001:2004: sistemas de gestão, especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ALMEIDA, F. O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

AMARAL, S. Sustentabilidade Ambiental, Social e Econômica nas Empresas: como entender, medir e

relatar. 2 ed. São Paulo: Tocalino, 2005.

AMATO NETO, J. Os Desafios da Produção e do Consumo sob Novos Padrões Sociais e Ambientais. In: AMATO NETO, J. Org. Sustentabilidade e Produção: teoria e prática para uma gestão sustentável. São Paulo: Atlas, 2011.

BANDEIRA, A. A. Indicadores de Desempenho: instrumentos à produtividade organizacional. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

BARROS, B. PRATES, M. O estilo brasileiro de administrar. São Paulo: Atlas, 1996.

BASSANI, P.; DE CARVALHO, M. A. V.. Pensando a sustentabilidade: um olhar sobre a Agenda 21. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 9, p. 69-76, jan./jun. 2004.

BATALHA, M.O., Sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas, In: BATALHA, M.O. et. al, Gestão Agroindustrial, São Carlos : Ed. Atlas, 1997. P.24-48.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção sobre diversidade biológica. Brasília, 2000.

CALDAS, M. Santo de casa não faz milagre: condicionamentos nacionais e implicações organizacionais pela figura do "estrangeiro". In: PRESTES MOTTA, F. C.; CALDAS, M. Cultura organizacional e cultura brasileira. São Paulo: Atlas, 1997.

CHEHEBE, J.R.B. Análise do Ciclo de Vida de Produtos: Ferramenta Gerencial da ISO 14.000. Rio de Janeiro: Qualitymark. 1998.

CHING, H. Y. Gestão de estoques na cadeia de Logística Integrada. 3. ed. 5 reimpressão. São Paulo: Atlas, 2009.

CLARK, T.; GREATBATCH, D. Management Fashion as Image-Spectacle The Production of Best-Selling Management Books. Management Communication Quarterly, v. 17, n. 3, p. 396-424, 2004.

COLLINS, D. Management fads and buzzwords: Critical-practical perspectives. Psychology Press, 2000.

COLLINS, C. James e PORRAS, I. Jerry. Feitas para durar – Práticas bem-sucedidas de empresas visionárias. Rio de Janeiro: Rocco, 1996.

COSTA, N. P. Análise do Resultado Empresarial: principais ferramentas da análise corporativa. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.

DE ALMEIDA JR, J. M. G. Um novo paradigma de desenvolvimento sustentável. Brasília: Câmara dos Deputados, 2000.

DE CAMARGO, S. X.; PINHEIRO, A. C. D. Fundamentação Ética do Desenvolvimento Sustentável em Kant, Habermas e Hans Jonas. Revista do Direito Público, v. 5, n. 2, p. 177-193, 2010.

DE CICCO, F.; FANTAZZINI, M. L. Técnicas modernas de gerência de risco. São Paulo: IBGR, 1985.

DE PAULA, A. P. P.; WOOD JR, T. Viagem epistemológica às livrarias dos aeroportos. Administração em Diálogo, São Paulo, nº5, 2003, p. 77-86.

DRUCKER, P. Administrando para Obter Resultados. São Paulo: Pioneira, 1998.

ENGLUND, T.; ÖHMAN, J.; ÖSTMAN, L. Deliberative communication for sustainability?: A Habermas-inspired pluralistic approach. In: Sustainability and security within liberal societies: Learning to live with the future. London: Routledge, 2008.

FIGUEIREDO, P.J.M. A sociedade do Lixo - os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. Piracicaba, Ed. UNIMEP, 1995. 240 p.

FREEMAN, R. E.; WICKS, A. C.; PARMAR, B. Stakeholder Theory and "The Corporate Objective Revisited". Organization Science; 15, 3. p. 364-369. 2004.

FURTADO, J.S. Produção Mais Limpa e Ecoeficiência em Processos. www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa . 2 de julho de 1999.

GLEICK, J. Caos: a criação de uma nova ciência. Rio

de Janeiro: Campus, 1989.

HABERMAS, Jürgen. Para o uso pragmático, ético e moral da razão prática. Estudos Avançados. 1989, vol.3, n.7, pp. 4-19.

HARRINGTON, J. Aperfeiçoando processos empresariais: estratégia revolucionária para o aperfeiçoamento da qualidade, da produtividade e da competitividade. São Paulo, MakronBooks, 1993.

HAWKEN, P.; LOVINS, A. B.; LOVINS, L. H. Capitalismo natural. Editora Cultrix, 1999.

HEY, E. The precautionary concept in environmental policy and law: institutionalizing caution. Georgetown International Environmental Law Review, Washington, nº 4, p. 303-312, 1992.

ISO International Organization for Standardization. ISO 31000:2009: Risk management -- Principles and guidelines. ISO/TMB, 2009.

JURAN, J.M. Juran na liderança pela qualidade: um guia para executivos. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

KEINERT, T. M. M. Org. Organizações sustentáveis: utopias e inovações. São Paulo: Annablume, 2007.

KINLAW, D.C. Empresa competitiva e ecológica: estratégias e ferramentas para uma administração consciente, responsável e lucrativa. São Paulo, Makron Books, 1997.
LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LERIPIO, A. A. GAIA – Um Método de Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis.

LIGTERINGEN, E. Caminhando e conversando: stakeholders, juntos, a caminho de uma economia verde. In: ALMEIDA, F. Org. Desenvolvimento sustentável 2012-2050: visão, rumos e contradições. Cap. 2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MACHADO, P. A. L. Direito ambiental brasileiro. 21 ed. São Paulo: Malheiros, 2013.

MAIA, C. M. As dimensões da sustentabilidade e a multifuncionalidade da agricultura familiar. In: II Seminário de Sustentabilidade do Centro Universitário Franciscano, 2007, Curitiba. Anais...Curitiba: FAE, 2007.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2005.

MARTINE, G. O lugar do espaço na equação população/meio ambiente. Rev. bras. estud. popul. 2007, vol.24, n.2, p. 181-190.

MATURANA, H.; VARELA, F. A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MAZUR, L.; MILES, L. Conversas com os mestres da sustentabilidade. São Paulo: Gente, 2010.

MISSIAGGIA, R.R. Gestão de resíduos sólidos industriais - Caso da Springer Carrier. 2002. 127 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MOURAD, A. L.; GARCIA, E. E. C.; VILHENA, A. Avaliação do Ciclo de Vida: Princípios e Aplicações. Campinas: CETEA/CEMPRE, 92p. 2002.

MUNCK, L.; SOUZA, R. B. de. O ecletismo do paradigma da sustentabilidade: construção e análise a partir dos estudos organizacionais. Revista de Ciências da Administração, v. 13, n. 29, p. 202-242, 2011.

OLIVEIRA, João Hélvio Righi de. M.A.I.S.: Método para avaliação de indicadores de sustentabilidade organizacional. 2002. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Cata-

rina - UFSC.

OSHA Health and Safety Manual. OHSAS 18.001:2007: Health & Safety Standard. OSHA, 2007.

PAULI, G. Emissão Zero: A busca de novos paradigmas: O que os negócios podem oferecer à sociedade. Porto Alegre, EDIPUCRS. 1996.

PAULI, Gunter. Upsizing: como gerar mais renda, criar mais postos de trabalho e eliminar a poluição. Porto Alegre: Fundação Zeri Brasil, 1998.

PEDROZO, E. A.; HANSEN, P. B. Clusters, Filière, Supply Chain, Redes Flexíveis: uma Análise Comparativa. Revista Análise - PUCRS - FACE, Porto Alegre, v.12, n. 2, p. 7-19, 2001/2.

PIERCE, J. L.; NEWSTROM, J. W. A estante do administrador: uma coletânea de leituras obrigatórias. Porto Alegre: Bookman, 2002.

PIRES, M.de S. Construção do Modelo Endógeno, Sistêmico e Distintivo de Desenvolvimento Regional e a sua validação através da Elaboração e da Aplicação de uma Metodologia ao Caso do MERCOESTE. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis.

PRATES, G. A. (1998). Ecodesign utilizando QFD, métodos Taguchi e DFE. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

RAMOS, G. Administração e contexto brasileiro. Rio de Janeiro: FGV, 1983.

RIGOLA, M. R., Producción mas limpia, Fondo Gallego de Coopieración y Solidariedad, 1998, disponível em http://www.igadi.org/index.html Acessado em 28/04/2008.
SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SACHS, I. Estratégias de Transição para o Século XXI: Desenvolvimento e Meio Ambiente. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.

SCHMIDHEINY, Stephan. Mudando o Rumo: Uma Perspectiva Empresarial Global sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1992.

SENGE, P. et al.. Learning for Sustainability. Massachusetts: The Society for Organizational Learning, 2006.

SENAI-RS. Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003.

SERVA, M. Contribuições para uma teoria organizacional brasileira. Revista de Administração Pública, v. 24, nº 2, p. 10-21, 1990.

SILVA, G. E. do N e. Direito ambiental internacional: meio ambiente, desenvolvimentosustentável e os desafios da nova ordem mundial. 2 ed. Rio de Janeiro: Thex, 2002.

SIMÕES, J.C.P. A logística reversa aplicada à exploração e produção de petróleo. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

SLACK, Nigel et. al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1997

TRÍAS DE BES, F.; KOTLER, P. A Bíblia da Inovação. São Paulo: Leya, 2011.

UNIDO/UNEP. Cleaner production assesment manual. Draft, 1995.

WARD, B.; DUBOS, R. Only One Earth: The Care and Maintenance of a Small Planet. Nova Iorque: Norton Company, 1972.

ZYLBERSZTAJN, D.; LINS, C. Org. Sustentabilidade e geração de valor: a transição para o século XXI. Rio de Janeio: Elsevier, 2010.

ENTREVISTA COM JAIRO DA COSTA JUNIOR

Sou Bacharel em Desenho Industrial com habilitação em Projeto de Produto (2006) e especialista em Design Gráfico e Estratégia Corporativa (2008) pela Universidade do Vale do Itajaí. Apesar de ter iniciado minha carreira profissional com foco em Design Marítimo, desde 2005, me dedico a desenvolver projetos e pesquisas em Design para a Sustentabilidade e em áreas afins.

Em 2007, tive meu primeiro artigo científico publicado no I Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí. Por meio de minha participação neste evento, conheci diversos pesquisadores influentes na área de Design para a Sustentabilidade e despertar o meu interesse na área de pesquisa científica e docência.

Anos mais tarde, tive a oportunidade de participar de inúmeros projetos orientados a população de baixa renda no Núcleo de Design e Sustentabilidade (NDS) da Universidade Federal do Paraná (2010-2012), onde, durante esse processo obtive o título de Mestre em Design (2012). Minha pesquisa de mestrado teve como foco o tema Design de Serviços Ecoeficientes em ofertas de Sistemas Produto-Serviço. Durante minha pesquisa de mestrado, desenvolvi em parceria com a multinacional Tigre S.A. e o grupo de pesquisa do NDS, um sistema de coleta de água de chuva especialmente desenhado para habitações de interesse social em comunidades de baixa renda. Minha contribuição científica foi o desenvolvimento de um modelo de referência para o design de serviços ecoeficientes focado em empresas de manufatura (produtos) que desejam incluir serviços em seu portfólio, bem como a competência de desenvolvimento de serviços em seu processo de design.

Minha experiência durante o mestrado foi muito rica pessoalmente em profissionalmente. Por meio do desenvolvimento de uma pesquisa aplicada (realizei um pesquisa ação na empresa), tive a oportunidade de criar um link entre a academia e a indústria. Como parte dos resultados desse projeto de pesquisa, foram desenvolvidas 11 soluções passíveis de serem patenteadas, das quais 3 foram depositadas

"Como parte dos resultados desse projeto de pesquisa, foram desenvolvidas 11 soluções passíveis de serem patenteadas, das quais 3 foram depositadas junto ao INPI em 2014."

junto ao INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) em 2014.

Atualmente, desenvolvo uma pesquisa de doutorado no Departamento de Engenharia de Projeto em Design para a Sustentabilidade na Universidade Técnica de Delft - TU Delft (Holanda). Minha pesquisa de doutorado explora a aplicação de teorias da área de Engenharia de Sistemas no desenvolvimento e implementação de Sistemas Produto-Serviço Sustentáveis para contextos de baixa renda em Economias Emergentes. Estou iniciando o quarto e último ano do doutoramento e espero finalizar a pesquisa no segundo semestre de 2016.

A experiência de realizar o doutoramento no exterior tem sido extremamente estimulante. Como tive uma base teórica e prática completamente diferente da ensinada na TU Delft, estou tendo a oportunidade de entrar em contato com diversos modelos, abordagens, ferramentas, técnicas e métodos novos. Por outro lado, isso empoem um grande desafio no processo de aprendizado.

Adicionalmente, devido ao grande pragmatismo da pesquisa científica estimulado aqui na TU Delft, com o passar dos anos, tenho notado que minha visão sobre sustentabilidade tem experimentado algumas mudanças. Entre as principais influências, percebo uma orientação menos ideológica e mais pragmática da aplicação das estratégicas de Design para a Sustentabilidade na minha prática diária do Design. Por exemplo, em alguns estudos pilotos da minha pesquisa, me deparei dando maior ênfase aos benefícios a melhora da qualidade de vida dos indivíduos do que aos possíveis danos ambientais resultantes dessa ênfase.

Ao retornar ao Brasil, espero que possa trazer em minha bagagem acadêmica e profissional, uma orientação a aplicação da teoria científica na prática. De forma a ajudar o desenvolvimento do campo do Design por meio da aquisição de conhecimento teórico, mas acima de tudo, por meio da compreensão da aplicação desse conhecimento na solução de problemas reais da nossa sociedade por meio da prática do Design.

ENTREVISTA COM RONALDO MARTINS GLUFKE

Quando comecei a trabalhar na Portobello S/A, indústria de revestimentos cerâmicos de Tijucas-SC em 1997, me interessei pela área de design de produtos e então comecei a cursar Design Industrial pela UNIVALI - Universidade do Vale do Itajaí, onde me formei em 2003. Pela mesma universidade e dando continuidade à ampliação de conhecimento, optei por fazer a Especialização em Design Gráfico e Estratégia Corporativa, cerca de um ano depois.

Continuei trabalhando na Portobello e fui ascendendo de posto, passando de designer júnior à designer pleno. Posteriormente, atuei como coordenador da equipe de design da empresa. Com a necessidade de coordenar pessoas, veio a necessidade de aperfeiçoamento profissional. Fazer o mestrado foi também uma conseqüência do meu desenvolvimento como designer. Comecei também a dar aula de projeto do produto e metodologia no SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, de Tijucas (SC). Essa experiência me abriu para a carreira acadêmica e foi quando me inscrevi na primeira turma do Mestrado em Design e Expressão Gráfica da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, me formando o primeiro mestre em Design e Expressão Gráfica do país em 2008. Neste mesmo ano ganhei o prêmio IF Design Award, oferecido pelo IF International Forum Design de Hannover, na categoria Public Design/Interior Design com o produto Vision, um revestimento cerâmico produzido pela Portobello.

O mestrado na área de Gestão do Design forneceu-me base teórica e segurança, suprindo algumas lacunas que meu novo cargo exigia, como visão estratégica e organizacional.

"O mestrado na área de Gestão do Design forneceu-me base teórica e segurança, suprindo algumas lacunas que meu novo cargo exigia, como visão estratégica e organizacional."

Ter feito mestrado me abriu mais uma porta: foi quando deixei de trabalhar na Portobello e fiz concurso para a UFSM - Universidade Federal de Santa Maria-RS, onde faço parte do quadro de professores desde 2009.

Na universidade federal tive oportunidade de cursar um doutorado. Atualmente curso o doutorado em Design na UNIFI - Universidade degli Studi di Firenze, em

Florença na Itália, onde estou adicionando conhecimentos na área da metodologia em Design, design de superfície e sustentabilidade.

Cheguei à Itália em janeiro de 2014, e devo ficar pelo tempo de duração do doutorado. A aproximação com uma cultura diversa da nossa tem sido uma experiência boa, principalmente por que estou tendo a oportunidade de ter esta aproximação com o design italiano, com o modo de ensinar o design italiano. Esta possibilidade de analisar e ter algumas percepções sobre as diferenças entre o design italiano e o brasileiro, acredito, será de grande proveito, tanto em termos de uma nova perspectiva, como certamente uma nova maneira de ensinar o design quando retornar ao Brasil.

O que eu vejo como uma grande diferença é essa: nossa cultura apenas recentemente descobriu a necessidade da valorização das identidades territoriais brasileiras e a conexão do design com nossas bases artesanais. Isso já vem acontecendo de alguns anos pra cá, e, com sucesso, está se refletindo em bons e consagrados produtos, como por exemplo, a cadeira Chita do designer Sergio J. Matos, que é formado em design de produto pela Universidade Federal de Campina Grande, e que une design ao artesanato. Tive a oportunidade de conhecer na última edição do Fuorisalone, evento paralelo ao Salão do Móvel de Milão em abril último. A diferença está no fato de que para os italianos esta percepção de valor sobre as identidades culturais e territoriais, já faz parte do DNA do design italiano. E que há muito tempo já se colhem os frutos desta postura, com a consagrada identidade do "Made in Italy".

Eu exerço atividades atualmente junto ao laboratório de sustentabilidade da UNIFI, coordenada pelo meu orientador, o professor Giuseppe Lotti. Cada vez mais surgem tanto novas pesquisas com os estudantes da área do design quanto projetos mantidos por empresas que estão interessadas no desenvolvimento de algum produto ou serviço com características sustentáveis. Também percebi que por aqui as empresas que estão no mercado têm uma relação mais estreita com a universidade, muitas procuram os laboratórios da universidade para desenvolver projetos, realidade que lamentavelmente não se observa muito no Brasil. Sabemos que essa política ajuda tanto às empresas, que muitas vezes não têm como manter setores de pesquisa e desenvolvimento, quanto os próprios estudantes, que têm a oportunidade de estar em contato com o mercado e suas exigências antes mesmo do término da graduação.

A sustentabilidade a meu ver deve e deverá sempre ser um norteador no desenvolvimento de produtos, mas infelizmente a minha experiência como profissional de design atuante na indústria, me fez ver e conhecer a realidade distorcida deste objetivo. A sustentabilidade não pode ser apenas elemento de marketing ou de resultados de ações solicitadas por órgãos controladores do meio ambiente. A sustentabilidade deve estar presente no desenvolvimento do produto, como consciência de base, e quem sabe em um futuro, tornar desnecessária a exigência de controle ambiental que existe atualmente sobre a produção industrial.

Estando na Europa também fica mais fácil acompanhar as feiras que apresentam as novidades do design mundial e em abril foi a segunda vez que fui acompanhar o Salão do Móvel de Milão. Visitando os estandes tanto das empresas que são referência em design, quanto os salões paralelos que abrem espaço para novos talentos, pude perceber um aumento constante da preocupação com o meio ambiente através da pesquisa de novos materiais e novas técnicas produtivas menos agressivas. É bom ver que são posturas que serão copiadas e que tendem a fazer parte do dia a dia do desenvolvimento dos produtos também no Brasil.

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE PROGRAMAS DE ROTULAGEM AMBIENTAL
UMA APLICAÇÃO NO SEGMENTO DE ELETRODOMÉSTICOS DA LINHA BRANCA

Carla Arcoverde de Aguiar Neves, Dra. (IFSC)

Dentro de uma realidade diferenciada de sociedade, na qual se buscam práticas e ações menos impactantes ao meio ambiente, crê-se na validade e na significância dos estudos sobre os meios que viabilizam a busca por este equilíbrio entre as esferas social, econômica e ambiental.

Sobre isso, percebeu-se falhas de eficácia e dificuldade com relação ao cumprimento das funções básicas de comunicação dos rótulos ambientais para os consumidores. Estes instrumentos apresentam deficiências que comprometem sua credibilidade, relevância, precisão, aceitação e compreensão.

O trabalho aqui apresentado se propõe a investigar este importante instrumento que é a rotulagem ambiental. Sendo assim, esta pesquisa procura identificar fatores de eficácia dos programas de rotulagem ambiental a partir da percepção do consumidor, para posterior aplicação em análise comparativa entre selos ambientais destinados ao segmento de eletrodomésticos da Linha Branca.

Para isso, estabeleceu-se um paralelo entre o que a norma NBR ISO 14020:2002 indica no que tange aos preceitos de confiabilidade, valor das informações, precisão, aceitação e compreensão; e o que a literatura acerca de rotulagem ambiental orienta para o atendimento de tais preceitos.

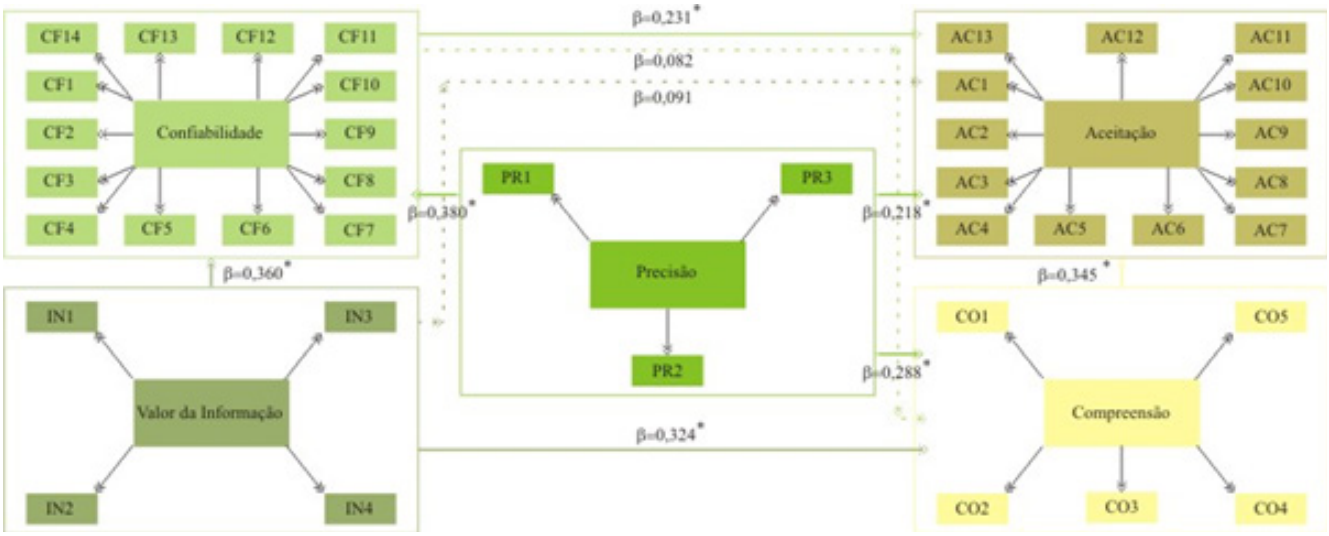
Os fatores identificados foram validados perante especialistas da área de Gestão Ambiental e, principalmente, junto a uma parcela de possíveis consumidores na região da Grande Florianópolis (SC), buscando-se diagnosticar quais fatores eram definidos como os mais significativos.

Dois modelos estruturais foram testados também com o intuito de definir correlações entre os cinco construtos determinados e seus itens. Para tanto, tem-se os seguintes resultados de correlação:

Os resultados demonstraram uma necessidade emergente de aplicação de alegações ambientais verídicas e objetivas, porém com apontamento de informações adicionais sobre o real impacto ambiental dos produtos rotulados, o que exige o uso de outros substratos como mídias alternativas ao próprio rótulo. Além disso, a intervenção do Estado em um contexto nacional, não foi priorizada, possivelmente em função de uma realidade de falta de confiança nestas instituições e também o vínculo com marcas tidas como sustentáveis, deve permitir o alcance da verdade sobre as colocações realizadas, evitando-se alegações infundadas.

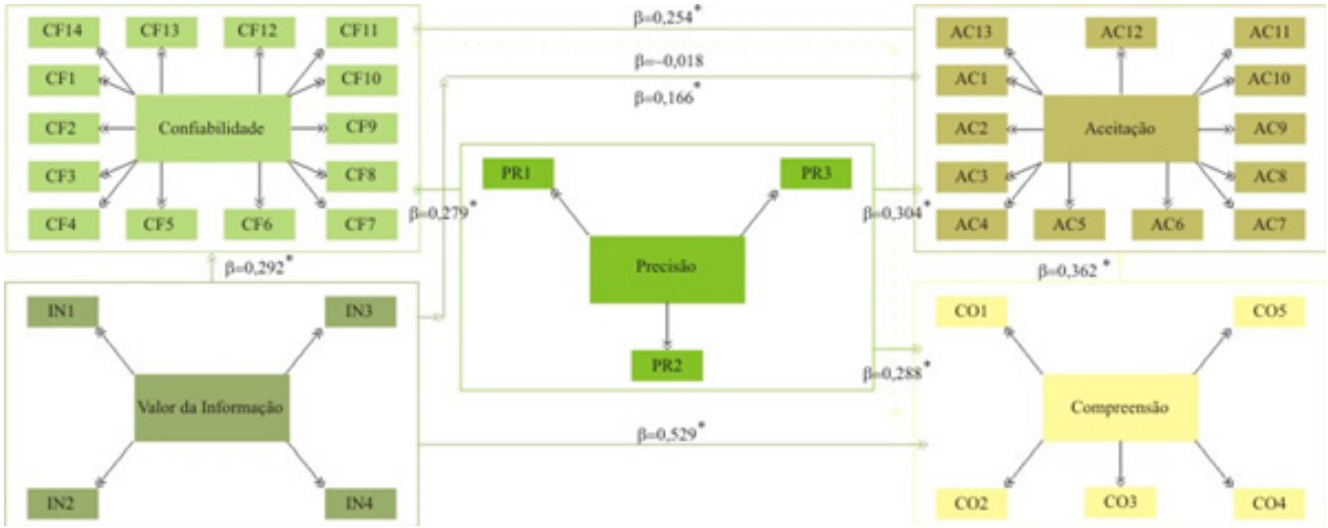
Por fim, fez-se a comparação entre os selos de eletrodomésticos da Linha Branca, a qual demonstrou fragilidade em todos os analisados, mas aquele que se evidenciou como mais distante das prioridades definidas pelos consumidores foi o ABNT Qualidade Ambiental.

Figura 1: Representação do Modelo Estrutural 01 ajustado



Fonte: Autor (2014)

Figura 2: Representação do Modelo Estrutural 02 ajustado



Fonte: Autor (2014)

REUTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES ISO EM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA NO MUNICÍPIO DE PALHOÇA-SC

Luana Toralles Carbonari (UFSC);

Orientador: Fernando Barth, Dr.(UFSC)

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um estudo de caso abordado na dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, intitulada "Reutilização de contêineres ISO na arquitetura: aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no Sul do Brasil". O estudo é referente ao projeto e construção de um escritório de arquitetura realizado em 2012 com a reutilização de dois contêineres ISO no município da Palhoça-SC. O termo contêiner ISO é utilizado para designar os contêineres de carga que contemplam as Normas da International Organization for Standardization e definido na NBR ISO 668 (ABNT, 2000).

De acordo com Carbonari, Barth e Hayashi (2015), tem-se observado o crescente uso de contêineres nas construções brasileiras, tais como lojas, escritórios, habitações e instalações provisórias de obras, em função da sua versatilidade em atender essas demandas e devido a grande oferta de contêineres ISO usados disponíveis no país, que também pode gerar problemas de descarte e impactos ambientais nas regiões portuárias. Corbas (2012) mostra que o uso de contêineres nas edificações, além de poder ser ambientalmente correto, tem como característica marcante uma obra limpa, gerando um mínimo de resíduos e economia de recursos naturais.

Os contêineres ISO apresentam elevada resistência mecânica e grande durabilidade, pois o aço utilizado recebe tratamentos que melhoram seu desempenho frente às condições climáticas extremas. Além disso, para Slawik *et al*. (2010), eles apresentam outros benefícios, pois são pré-fabricados, modulares, compactos e podem ser transladados, empilhados e conectados entre si por meio de parafusos ou soldas metálicas. O caráter modular do sistema confere flexibilidade ao projeto, possibilitando agilizar o processo de montagem e desmontagem, adaptando-se às etapas de construção das edificações e às necessidades dos usuários. Entretanto, os contêineres ISO estão projetados para o transporte de cargas e não foram feitos para serem habitados. Deste modo, a avaliação dos principais aspectos relacionados ao projeto e a construção com contêineres mostra-se necessária, para adequá-los aos usos propostos.

Este artigo tem por objetivo apresentar a avaliação dos aspetos projetuais e construtivos na reutilização de contêineres ISO na arquitetura, tendo como objeto de estudo o referido projeto. Como técnicas de pesquisa, foi realizada uma análise bibliográfica, identificando os aspectos relacionados com o projeto e a construção. Também foram realizadas entrevistas com os projetistas e profissionais responsáveis pela

Figura 1- a) planta baixa do térreo, b) planta baixa do pavimento superior e **c)** obra concluída

Fonte: Autores

obra e visitas exploratórias para obtenção de registros gráficos e fotográficos. Para análise do estudo de caso foram realizadas a caracterização da edificação, a avaliação dos aspectos projetuais utilizando um método de análise morfológica baseado em conceitos apresentados por Ching (1995) e a caracterização da logística operacional e dos processos construtivos.

No estudo de caso, mostrado na Figura 1, foram reutilizados dois contêineres High Cube 40' trazidos do porto de Itajaí. As instalações visam o atendimento de clientes do escritório e o desenvolvimento de projetos. O projeto foi desenvolvido pelo próprio escritório, tendo as obras realizadas por empresa terceirizada com duração aproximada de seis meses.

A edificação está composta por um contêiner no pavimento térreo e outro no pavimento superior com configuração em "L". O acesso a este último contêiner é feito por meio de uma escada localizada no interior do edifício. Além disso, foi adicionado um deck de madeira no pavimento superior e uma área envidraçada no térreo. Para o equilíbrio do contêiner superior foi construído um pilar de concreto na extremidade da área envidraçada, sendo este posteriormente revestido com madeira.

2. RESULTADOS DOS ASPECTOS PROJETUAIS E CONSTRUTIVOS

A utilização do contêiner High Cube 40', com altura interna de 2,69 m, que apresenta 30 cm a mais que o ISO 40', evidencia a relevância do pé direito na escolha do contêiner. Para a utilização desses contêineres foi necessário a realização de algumas adequações. As aberturas de portas e janelas caracterizaram uma transformação formal subtrativa, conservando a identidade inicial dos contêineres, pois não foram modificados seus elementos estruturais. Essas aberturas possuem forma retangular, enfatizando a linguagem compositiva do conjunto, com destaque para as aberturas de maiores dimensões que estão destinadas aos acessos principais. Além disso, foram adicionados elementos aos contêineres, tais como o deck de madeira e um ambiente envidraçado no pavimento térreo. O contêiner superior foi rotacionado, criando espaços intermediários e uma composição mais dinâmica. A circulação vertical é feita através de uma escada helicoidal interna.

A construção iniciou-se com a realização da fundação, bastante simples e sem grande impacto no terreno. O contêiner foi elevado 30 cm do solo, recebendo uma camada de brita abaixo. O transporte dos contêineres foi realizado com um caminhão convencional de 12 m de comprimento, sendo utilizados dois caminhões tipo Munck na sua movimentação. O contêiner térreo foi apoiado na fundação sem elemento de fixação e soldado em alguns pontos na área de contato com o contêiner do pavimento superior, para evitar movimentações ocasionadas pela ação do vento.

Para a instalação da escada de concreto foi realizado um recorte no piso do contêiner superior, o que foi dificultado pela existência de vigas metálicas que sustentam as chapas de compensado naval do piso. As aberturas de portas e janelas foram recortadas e estruturadas antes da chegada dos contêineres no terreno e realizadas com maçarico. A instalação das esqua-

drias foi feita in loco para evitar possíveis danos causados no transporte dos contêineres.

O piso original foi mantido, sendo apenas lixado e envernizado. Foram instaladas camadas de lã de rocha e gesso acartonado nas paredes e teto dos contêineres, mantendo as instalações elétricas e hidráulicas embutidas. Externamente os contêineres foram lixados e pintados, mantendo o seu aspecto inicial, facilitando a sua identificação e evidenciando a estratégia de projeto adotada, que reforça o caráter inovador sustentável deste empreendimento.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na reutilização de contêineres ISO neste estudo de caso mostraram-se adequados ao uso proposto e também à linguagem visual desejada, propiciando flexibilidade e dinâmica na composição. As fundações foram bastante simplificadas, possibilitando a montagem rápida dos contêineres, que chegaram à obra parcialmente adaptados, exigindo apenas algumas instalações e complementações finais. A reutilização dos contêineres neste tipo de arquitetura comercial mostra um grande potencial de uso, podendo contribuir assim para um incremento na sustentabilidade das edificações.

4 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 668: contêineres Série 1: classificação, dimensões e capacidades. Rio de Janeiro, 2000. 68 p.

CORBAS, D. Entrevista Jornal Band. 2012. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=Z-jUK3cvJPCU>. Acesso em: 22 jul. 2013.

SLAWIK, H. et al. Container Atlas: A Practical Guide to Container Architecture. Berlin: Gestalten, 2010.

CARBONARI, L. T.; BARTH, F. HAYASHI, F. A. Y. Uso de conteineres em canteiros de obra. In: International Sodebras Congress, 23, 2015, Salvador. Anais eletrônicos...Salvador.

UMA ANÁLISE DO RTQ-R ENQUANTO FERRAMENTA DE AUXILIO AO PROJETO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MAIS SUSTENTÁVEIS

Juliana Montenegro Matos (UFSC); Aldomar Pedrini (UFRN)

Orientador: Marcelo Bezerra de Melo Tinôco, Dr. (UFRN)

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da energia elétrica e o desenvolvimento de novas tecnologias a partir do final do século XIX, a envoltória do edifício perdeu sua função de regulador térmico, passando-a aos sistemas artificiais de condicionamento térmico e iluminação. Assim, o arquiteto deixou de utilizar o clima local a seu favor, o que resultou em enormes prejuízos econômicos e ambientais. A produção de energia necessária para suprir as novas demandas passou a ser a causa de grande parte dos problemas ecológicos e econômicos atuais. A eficiência energética é, portanto, um dos principais fatores para o incremento da sustentabilidade nas edificações.

Hoje, a busca pelo conforto ambiental associado à necessidade de economizar energia, impõe a adoção de estratégias projetuais eficientes. Estas estratégias devem possuir estreita relação com o clima local e ser definidas na fase do projeto, pois é nesta etapa que as soluções são adotadas e os materiais e técnicas especificados (CARVALHO & SPOSTO, 2014).

Os instrumentos legais votados para a avaliação do desempenho energético nas edificações são essenciais para a consolidação destas estratégias. Eles podem existir na forma de códigos, tais como guias, normas, leis, protocolos, recomendações e regulamentos ou na forma de certificações ou sistemas de etiquetagem (SANTOS & SOUZA, 2008).

No Brasil, o desenvolvimento destes instrumentos foi impulsionado pela crise energética de 2001, que levou à promulgação da Lei nº 10.295 de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e do Decreto 4.059 de 2001 que a regulamenta. Esta legislação alavancou uma série de iniciativas, entre elas, o lançamento do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (BRASIL, 2010) através do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (Procel-Edifica), lançado pela Eletrobrás/Procel.

Este resumo expandido apresenta os resultados da pesquisa realizada com o objetivo de analisar a tendência de desempenho de características tipológicas na classificação do nível de eficiência energética da envoltória de edifícios residenciais verticais localizados em Natal/RN, segundo o método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R).

1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método utilizado se divide em quatro etapas principais: a) seleção de edifícios; b) levantamento de características primárias e secundárias; c) formulação de modelos de análise; e d) diagnóstico e análise qualitativa.

Foram estudados 22 edifícios residenciais construídos entre 2005 e 2010, selecionados com base na representatividade da empresa construtora no mercado local (medida em metros quadrados construídos).

A partir dos projetos arquitetônicos e memoriais descritivos fornecidos pelas mesmas, foram levantadas características primárias (referentes à forma, às dimensões, ao tipo de condicionamento de ar, às cargas internas e ao padrão de uso) e características secundárias (relacionadas a aspectos construtivos como a absortância solar, a transmitância e a capacidade térmica das superfícies, o coeficiente de sombreamento e o fator solar dos elementos translúcidos) (CARLO, 2008).

Os modelos de análise formulados consistem em protótipos virtuais elaborados com base nas tipologias formais e características construtivas predominantemente identificadas.

Estes modelos foram submetidos ao método prescritivo do RTQ-R para análise da envoltória, que utiliza basicamente uma equação matemática elaborada para cada zona bioclimática brasileira para classificação da envoltória de cada ambiente de permanência prolongada em uma escala de 1 a 5 (do menos eficiente para o mais eficiente). Em seguida os valores são ponderados pelas áreas dos ambientes para calcular o nível de eficiência da envoltória da unidade habitacional, além de considerar, ainda, o atendimento a itens obrigatórios e bonificações.

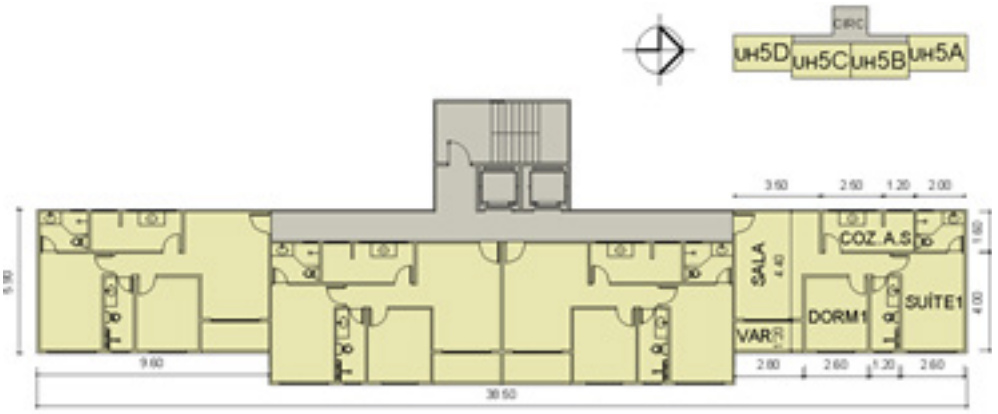
Desta forma, foram identificadas quais tipologias apresentavam melhor desempenho segundo esta metodologia. Posteriormente, foram propostas algumas modificações nos modelos de forma a identificar formas de se obter resultados mais favoráveis. É importante ressaltar que nem sempre essas modificações se alinharam aos aportes teóricos do conforto ambiental.

2. RESULTADOS

Foram elaborados seis modelos de análise variando o número de ambientes e a forma, indo da mais alongada para a mais compacta. As figuras 1 e 2 apresentam os modelos 5 e 6. Percebeu-se que os edifícios residenciais verticais em Natal, representados pelos modelos formulados, apresentam características de projeto semelhante àquelas comumente utilizadas nas regiões Sul e Sudeste, apesar da disparidade climática. Assim, predominam tipologias formais compactas e orientadas para o Leste-Oeste, além da utilização de grandes janelas envidraçadas sem proteção solar.

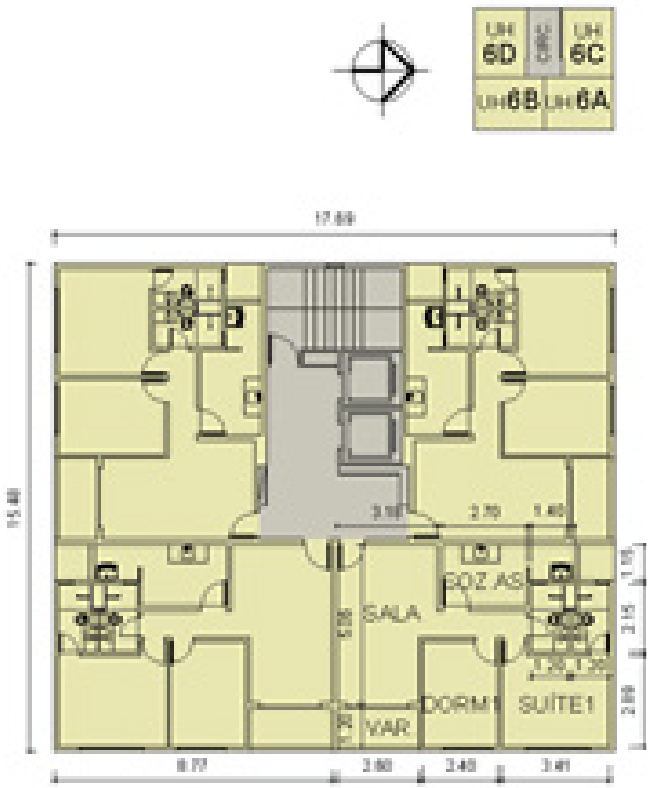
Os modelos com forma retangular alongada permitem a orientação favorável de todas as unidades habitacionais em relação à insolação e à ventilação natural. Por outro lado, possuem alto percentual de área de parede externa. Os modelos mais compactos, por sua vez, possuem menos área de parede externa, mas implica em unidades habitacionais voltadas para direções opostas, impedindo que todas sejam orientadas da forma mais favorável.

Figura 1: Modelo de análise 5



Fonte:Matos (2012).

Figuras 2 – Modelo de análise 6



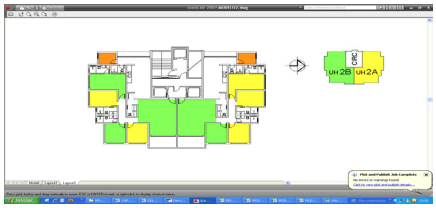
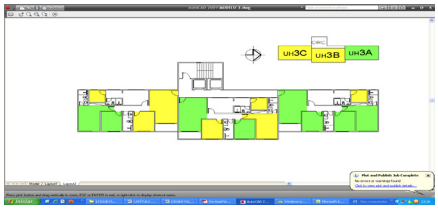
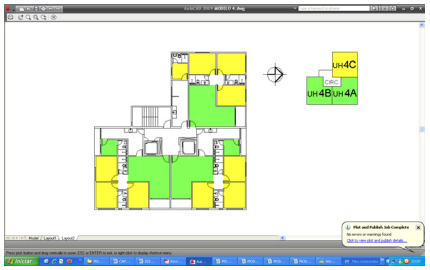
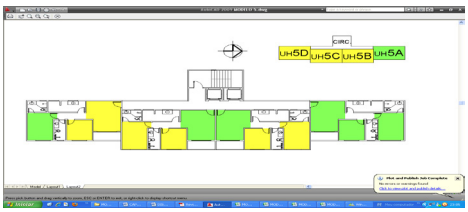
Fonte: Matos (2012).

Com base nos resultados obtidos, observou-se que a forma e a orientação do pavimento, o número e a orientação das paredes externas e aberturas, bem como o sombreamento destas e a distribuição espacial dos ambientes na planta do apartamento são características com grande influência sobre o desempenho da envoltória das unidades habitacionais e também com considerável potencial de melhoramento. Percebeu-se, também, que o número de paredes externas mesmo que com área mínima compromete a classificação do ambiente.

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o número de paredes externas teve grande influência nestes resultados, e está diretamente relacionado à compacidade do pavimento (como pode ser observado no quadro 1), conclui-se que, do ponto de vista do método utilizado, os modelos mais compactos são mais passíveis de obtenção de classificações mais altas do que os modelos mais alongados, em de

Quadro 1 – Comparação entre os desempenhos dos modelos de análise.

MODELO	CLASSIFICAÇÃO	MODELO	CLASSIFICAÇÃO
1		2	
3		4	
5		6	

Fonte: Matos (2012).

trimento das principais recomendações para o clima quente e úmido de acordo com diversos autores estudados, como Pedrini e Lamberts (2003).

1. REFERÊNCIAS

BRASIL. INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia. Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de eficiência energética de Edificações Residenciais – RTQ-R. Rio de Janeiro, 2012.

CARLO, J. C. Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não- Residenciais. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2008.

CARVALHO, M. T. M.; SPOSTO, R. M.. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. Revista Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 207-225, jan./mar. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ac/v12n1/v12n1a14.pdf. Acesso em 09 mar. 2014.

MATOS, J. M.; Análise da Envoltória à Luz do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) em Tipologias Verticais no Município de Natal/RN. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

PEDRINI, A.; LAMBERTS, R. Influência do tamanho e forma sobre o consumo de energia de edificações de escritório em clima quente. In: VII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído. Anais... Curitiba: ANTAC, 2003. pp. 209-216

SANTOS, I. G.; SOUZA, R. V. G. Revisão de regulamentações em eficiência energética: uma atualização das últimas décadas. Revista Forum Patrimônio. UFMG. 2008. Disponível em: http://www.forumpatrimonio.com.br/view_abstract.php?articleID=109&modo=1. Acesso em agosto 04 mar. 2014.

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM RANCHO QUEIMADO – SC

Aniara Bellina Hoffmann; Lisiane Ilha Librelotto , Dra. (UFSC)

1. INTRODUÇÃO

A degradação do meio ambiente, a falta de moradias e os altos custos da habitação são apontados como os problemas na atualidade. O Relatório Brundtland (1987) e o relatório final da Cúpula dos Povos de 2012 atestam que a solução é o desenvolvimento sustentável sob os aspectos ambiental, social e econômico. Esta dissertação trata da avaliação da sustentabilidade de Habitações de Interesse Social (HIS) do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) na etapa de projeto com foco na seleção de materiais mais importantes da Curva ABC do estudo de casos no município de Rancho Queimado – SC. Os objetivos desta dissertação (Hoffmann, 2014), foram: a) Levantar metodologias de avaliação da sustentabilidade de projeto e os principais conceitos envolvidos; b) Determinar curva ABC dos insumos materiais mais representativos do orçamento das habitações selecionadas para a região de escopo; c) Estabelecer a lista de materiais de construção comuns da habitação de interesse social na região de escopo; d) Verificar a flexibilidade da metodologia adotada através da modificação do objeto de avaliação e complementação dos requisitos; e) Verificar a apreensão do método adotado pelos projetistas f) Realizar a avaliação da sustentabilidade em HIS (econômica, social e ambiental) em projetos implantados no município de Rancho Queimado –SC.

2. METODOLOGIA

O método utilizado na dissertação partiu do mapeamento dos conceitos envolvidos na avaliação da sustentabilidade de HIS, onde a partir dos conceitos encontrados foi realizada uma pesquisa sobre as avaliações, ferramentas, métodos e guias de sustentabilidade existentes na construção de edificações. Nessa pesquisa, de acordo com o conceito de sustentabilidade definido, foi escolhida a metodologia para aplicação em projeto piloto.

Posteriormente, a aplicação do piloto foi feita no estágio em docência com duas turmas de TEC IV (Tecnologia da Edificação IV) 2013/2 do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, para verificar criticamente o comportamento da metodologia e a aplicação por parte dos projetistas.

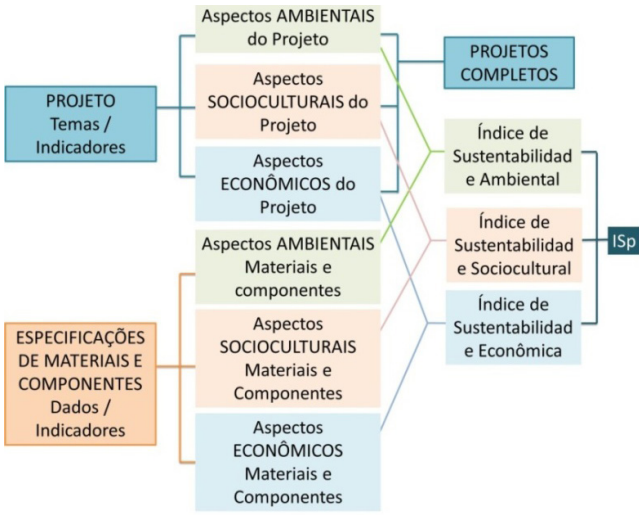
A partir dos projetos de HIS avaliados no estágio em docência foram selecionadas algumas tipologias para o estudo de casos. Para a aplicação da metodologia do estudo de casos foram selecionados os materiais mais representativos das edificações. Dessa forma foram feitos oito estudo de casos em quatro tipologias diferentes.

Os projetos foram avaliados com implantação hipotética no município de Rancho Queimado – SC. Essa escolha foi feita em virtude da pesquisa já realizada para o Projeto Piloto, de acordo com as necessidades da metodologia

definida.

Foram realizadas complementações na metodologia selecionada MASP-HIS de forma a contemplar uma visão mais abrangente da sustentabilidade, com foco nos materiais de construção mais representativos de HIS (Figura 1). A partir dela, realizou-se a avaliação da sustentabilidade dos projetos de habitações em Rancho Queimado – SC.

Figura 1: Esquema sintético dos indicadores e índices de sustentabilidade da metodologia MASP-HIS.



Fonte: CARVALHO, (2009)

3. RESULTADOS

A aplicação da metodologia levou a uma pesquisa de dados complexa. É necessário que se crie um banco de dados voltado para a avaliação da sustentabilidade dos materiais para que se possa utilizar a metodologia MASP-HIS de maneira mais dinâmica. Os inventários existentes são incipientes e incompletos. O questionário extenso pode ser simplificado se colocado em programa de computador que gere os resultados, como foi realizado por Carvalho (2009) e nas planilhas em programa Excel geradas para esta dissertação .

A sustentabilidade é um tema complexo, portanto, não se pode quantificar a sustentabilidade de maneira simples. Avaliar cada resultado e cada dado existente no projeto da habitação exige tempo e atenção.

A metologia MASP-HIS mostrou-se sensível nos resultados parciais e variou pouco nos resultados finais. Porém ao multiplicar o custo por m2 para toda a obra, os resultados aparecem. No entanto, deve-se frisar que esta dissertação avaliou projetos semelhantes, em um mesmo local, com os mesmos fornecedores. Portanto essa afirmação é apenas a avaliação desta aplicação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação limitou-se a aplicar a metodologia MASP-HIS com modificações em alguns critérios e com a variação do objetivo para avaliação de materiais. No entanto, dada à complexidade de se avaliar a sustentabilidade de habitações, e qualquer tipo de edificação, o trabalho ficou assim restrito. Comprovou-se a flexibilidade do MASP-HIS e a possibilidade de sua utilização para evolução da avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social, considerando o equilíbrio entre os três aspectos envolvidos. Foram avaliados quatro projetos construidos com sistemas diferenciados, resultando em oito casos. O projeto com sistema em estrutura de concreto e vedação em alvenaria de blocos cerâmicos obteve melhor avaliação no modelo. Os resultados da avaliação dos projetos foram melhores que a avaliação dos materiais.

5. REFERÊNCIAS

Bruntland, G. H. (editor). Our Common Future: The World Commission on Environment and Development. Oxford : Oxford University Press. 398 pp. 1987

CARVALHO, Michele T. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. 2009.

241 p. Doutorado (Tese). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 2009.

Aniara Bellina Hoffmann. Avaliação da Sustentabilidade na etapa de projeto em habitação de interesse social (HIS): estudo de caso em Rancho Queimado - SC. 2014. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Lisiane Ilha Librelotto.

RIO+20 - Conferência Das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento Sustentável, 2012. Documentos finais da cúpula dos povos na Rio+20 por justiça social e ambiental. 2012. Disponível em: <http://riomais20sc.ufsc.br/files/2012/09/ DOCUMENTOS-FINAIS-DA--CUPULA-DOS-POVOS-NA-RIO-20-POS-JUSTI%C3%87A-SOCIAL-E-AMBIENTAL.pdf>. Acesso em 23 out. 2012.

PROJETO DE UM PARKLET COMO SOLUÇÃO PARA A IMPLANTAÇÃO DE PARACICLO NA UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU - FURB

Jonathan Mesquita Rodrigues (FURB);

Mako Alexandre Lisboa dos Santos (FURB)

Orientação: Valéria Ilsa Rosa, MSc. (FURB)

1. INTRODUÇÃO

Este texto traz um recorte de uma pesquisa desenvolvida num Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) que teve como objetivo propor um produto que incentivasse a utilização de bicicletas, favorecendo a preservação do meio ambiente e a interação entre as pessoas.

A pesquisa resultou em um Parklet com Paraciclo para servir de estacionamento. O local para implantação deste Parklet seria no Campus 2 da FURB - Fundação Universidade Regional de Blumenau/SC.

A pesquisa identificou questões específicas no campo da mobilidade no contexto de Blumenau/SC, procurando uma solução que fosse compatível com a realidade do público universitário, de modo a incentivar o uso das bicicletas no trajeto até a universidade e que promovesse a consciência da integração social, da preservação do meio ambiente e da reutilização de bens outrora descartados.

2. PROCESSO CRIATIVO

Para a definição da forma deste produto, buscou-se inspiração nas obras e trabalhos de Roberto Burle Marx, paisagista brasileiro reconhecido internacionalmente, alem de outras referências. As plantas utilizadas no paisagismo são as mesmas utilizadas no Jardim Suspenso da Empresa Companhia Hering em Blumenau/SC, projetado por Burle Marx.

A partir disso, partiu-se para o desenvolvimento criativo. O primeiro passo neste sentido foi o desenvolvimento de Painéis de referência, como o apresentado na Figura 1.

Além dos desenhos manuais e digitais necessários para o desenvolvimento deste produto, foi realizado um modelo volumétrico confeccionado na escala 1:10 que teve como função primordial a conferência das formas e da relação do produto com o usuário, realizada com auxílio de um boneco ergonômico articulado.

Na confecção do modelo foram empregadas chapas de MDF com espessura de 20 mm cortadas na máquina Router CNC, coladas, lixadas e pintadas, conforme apresentado na figura 2.

O rendering digital (figura 3) foi realizado no software Solid Works e a inserção da vegetação e da representação dos usuários no contexto foi a partir do software Adobe Photoshop.

3. O PRODUTO

O projeto do Parklet prevê a utilização de madeira reaproveitada de pallets provenientes de

Figura 1 a - Arte para o projeto do jardim do Palácio Capanema, de Roberto Burle Marx
b – Foto do Jardim Suspenso da Cia. Hering, em Blumenau, de autoria de Roberto Burle Marx

Fonte: Autores.

empresas da cidade que cederam o material para a universidade.

4. CONCLUSÕES

Entre outros aspectos, este trabalho apontou que é possível desenvolver produtos que permitam promover a saúde e o bem-estar dos usuários por meio do incentivo ao exercício diário e da não dependência dos veículos motorizados, contribuindo ainda para a redução de emissão de poluente e do estresse causado pelo trânsito, visa ainda promover as relações interpessoais em um ambiente agradável ao ar livre, além da preservação ambiental por meio da reutilização de materiais que seriam descartados pelas indústrias.

Além de convidar os frequentadores a utilizarem a bicicleta servirá como local de convivência para os estudantes do campus 2, podendo ser adaptado e replicado em outros locais.

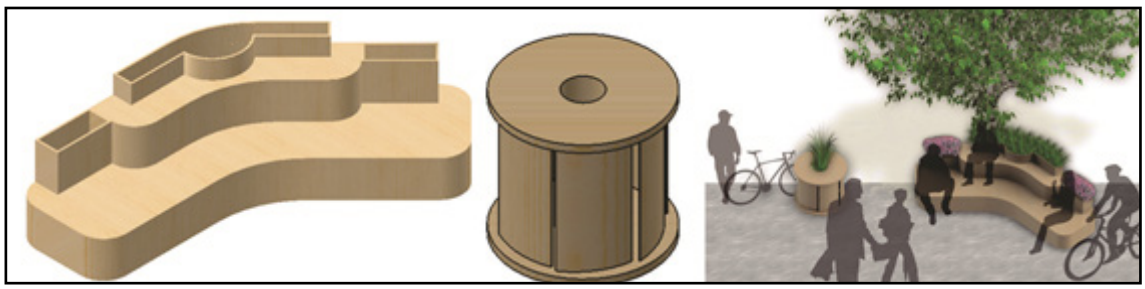
Figura 2 – Confecção do modelo volumétrico.

Fonte: Autores

Dessa maneira, conclui-se que o Design, pode de fato, contribuir para uma verdadeira reformulação de conceitos que transcendem exclusivamente ao produto, destacando sua contribuição social para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

A pesquisa, assim como o projeto completo, podem ser conferidos na biblioteca virtual da FURB.

Figura 3 – Renderização e a escala humana no Parklet.



Fonte: Os autores, 2014.

USINA EÓLICA: ESTUDO DA PROSPECÇÃO, FUNCIONAMENTO E ELABORAÇÃO DO PLANEJAMENTO

Manoela Borsa (UFSC); Natália Sens Fedrigo (UFSC);

Orientação: Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D (UFSC)

1. INTRODUÇÃO

As fontes de energia renováveis somam 13% da matriz energética mundial. A energia eólica é responsável por menos de 1% (IEA, 2010). O mercado mundial de energia eólica cresceu uma média de 28% ao ano em termos de capacidade instalada total durante a última década. O crescimento médio anual acumulado estava previsto para 27% em 2010 (GWEC, 2010). A oferta interna de energia elétrica no Brasil atingiu 466,2 TWh em 2009. A energia eólica correspondeu a 0,2% desta oferta. A geração eólica produziu 1.238,4 GWh de energia elétrica em 2009. O que representa um aumento em relação ao ano anterior de 4,7%. Em 2009 o potencial instalado aumentou 45,3% (BEN, 2010).

A instalação de uma usina eólica depende de fatores naturais. Não é possível a instalação em qualquer lugar, devendo ser analisado o tipo e a constância do vento na região a ser implantada. O Brasil é um país que tem em muitos locais as características ideais para essa instalação (ALDABÓ, 2002).

O presente trabalho introduz os aspectos de desenvolvimento, prospecção e construção da Usina Eólica Cerro Chato, localizada no Estado do Rio Grande do Sul. Com esta pesquisa, buscou-se atingir os seguintes objetivos: (1) descrever a etapa de prospecção de uma usina eólica; (2) explanar sobre o funcionamento de uma usina eólica, incluindo aspectos de venda de energia; (3) analisar os fatores de influência dos aerogeradores; (4) descrever as etapas de execução de um parque eólico; (5) realizar o planejamento de execução aplicando a técnica da linha de balanço.

2. MÉTODO

Os dados foram obtidos através de entrevistas com profissionais envolvidos com o tema e visita em campo ao parque eólico de Santana do Livramento. Realizou-se, também, análise de documentos, relatórios e projetos fornecidos por empresas da área e acompanhamento dos serviços,

As entrevistas ocorreram em visitas às empresas envolvidas no processo, como a Eletrosul, a Santa Rita e também a Voltalia. Ao todo foram 4 entrevistas com duração aproximada de 50 minutos, nos setores de prospecção, planejamento e desenvolvimento de projetos. O acompanhamento da obras do Parque da Usina Eólica foi realizado durante 4 dias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Parque Eólico está instalado em Santana do Livramento (RS), com área de 6.950,37 km (a 488 km da capital Porto Alegre, com população estimada em 97.000 habitantes). A obra foi resultado de uma parceria entre a Eletrosul (com 90%) e a Wobben (10%), subsidiária no Brasil da alemã Enercon (Eólica Cerro Chato S/A), responsável pela implantação, manutenção e operação da usina. O empreendimento é formado por três usinas eólicas de 30MW e 45 aerogeradores cada, com torres de 108 metros de altura.

Verificou-se que a etapa preliminar para viabilizar um projeto eólico, assegurando a sua rentabilidade e a não existência de entraves, consiste no desenvolvimento da prospecção. Nela são realizados estudos preliminares de viabilização do projeto relacionados ao vento, à conexão e aos fatores ambientais. Nesta etapa também é regularizado o aspecto fundiário por meio de assinatura de um contrato de concessão de uso das terras.

Foram obtidas, ainda, informações sobre os aspectos que influenciam na escolha da turbina. Constatatou-se que as características como o diâmetro do rotor, a altura da torre, a rugosidade do terreno e a direção predominante do vento são as premissas para desenvolvimento do projeto da usina eólica; estas variáveis definem o posicionamento dos aerogeradores, o espaçamento entre turbinas e o fator de capacidade de produção do futuro empreendimento.

Para a realização do planejamento foram levantadas as etapas de execução da Usina Eólica, as quais compreendem particularidades da região. Pode-se apontar o tipo de solo com predomínio de afloramento de rochas como a principal diferença para os parques implantados na região nordeste do Brasil.

A realização do planejamento partiu do orçamento do empreendimento (aproximadamente 138 milhões de reais sem incluir a infra-estrutura elétrica do parque). O planejamento permitiu verificar a eficiência da Linha de Balanceamento, como ferramenta de programação. A linha de balanceamento proporciona o entendimento de onde e quando será realizada a próxima atividade.

O estudo mostrou a importância e a necessidade de conhecimento sobre o tema, bem como procedimentos para que os futuros empreendimentos sejam cada vez mais eficientes no que diz respeito à geração de energia.

4. REFERÊNCIAS

AERO-MINI. Disponível em: <http://aero-mini.blogspot.com>. Acesso em junho de 2011.

ALDABÓ, R. Energia Eólica. São Paulo: Artliber Editora, 2002.

BEN - Balanço Energético Nacional. Balanço Energético Nacional 2010 (ano base: 2009). Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, 2009.

GWEC – Global Wind Energy Council. Global Wind Energy Outlook 2010. Disponível em: http://www.gwec.net/index.php?id=168. Acesso em outubro de 2010.

IEA - International Energy Agency. Key World Energy Statistics. Paris: International Energy Agency, 2010.

EDIFICAÇÃO E LOTEAMENTO SUSTENTÁVEIS NO RIO VERMELHO

Autora: Gladys Ilka Klein Taparello (UFSC)

Orientação: Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)

1. INTRODUÇÃO

Muito se fala sobre sustentabilidade atualmente mas, apesar de todo o discurso, ainda são poucas as ações que a promovam no dia a dia. Por outro lado, percebe-se que lentamente a indústria da construção civil vem buscando tornar seu processo produtivo menos danoso ao meio ambiente e à sociedade. A maioria das iniciativas de produção sustentável, no entanto, requerem tecnologia de ponta ou estão em um estágio muito inicial de desenvolvimento, sendo praticamente artesanais.

A sustentabilidade é baseada em três aspectos: o ambiental, o econômico e o social, que devem coexistir em equilíbrio. Esse deve ser o objetivo final a ser alcançado através um processo contínuo baseado em intenções renovadas continua e progressivamente.

Assim sendo, sustentabilidade diz respeito a ações e intenções que procuram gerar melhor qualidade de vida para as pessoas através do fortalecimento das comunidades nos aspectos econômicos e sociais, preservando os recursos naturais para as gerações futuras.

A proposta deste trabalho foi estudar a sustentabilidade na construção civil e os requisitos para uma edificação com o menor dano possível ao meio ambiente, ao mesmo tempo em que promova a qualidade de vida das pessoas, sendo economicamente viável.

Foi elaborado o projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar, com detalhamento dos sistemas. Para isso, foram definifidos três objetivos específicos:

• Definir o perfil de família apontado pelo estudo da área;

• Definir os sistemas estrutural, construtivo e bioclimáticos de modo que atendam aos critérios de sustentabilidade estudados;

• Propor a criação de um loteamento baseado na sustentabilidade e de uma residência modelo em um dos lotes.

O loteamento sustentável é proposto como uma base na qual se insere a residência sustentável. A intenção é estudar os itens necessários para definir diretrizes para a implementação do loteamento, abordando as seguintes questões de:

• implantação;
• zoneamentos;
• sistemas de tratamento de esgoto;
• sistemas de abastecimento de água;
• sistemas de reuso de águas cinzas;
• sistemas de captação de água da chuva;
• escolha de materiais para áreas comuns;
• projeto paisagístico de áreas comuns;
• manual do proprietário.

A escolha do bairro Rio Vermelho se deu por quatro motivos: o crescimento urbano desordenado, principalmente na última década; a falta de infraestrutura; o baixo IDHL (2002); e também o vínculo afetivo.

O distrito de São João do Rio Vermelho é um dos 12 Distritos administrativos do município de Florianópolis e está localizado na costa nordeste da Ilha de Santa Catarina. Possui 10.756 habitantes em uma área de 31.36 km². 65% dos mo-

radores está abaixo dos 40 anos, caracterizando uma população bastante jovem. Quase 60% da população possui algum tipo de rendimento, que tem o valor médio mensal de R$12.68,83, o que correspondia a quase três salários mínimos da época do censo IBGE. Aproximadamente 95% da população é alfabetizada. (IBGE, 2010).

2. CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE - O SELO CASA AZUL

O Selo Casa Azul é uma certificação de sustentabilidade para edificações residenciais criada em conjunto pela Caixa Econômica Federal e diversas universidades. Possui três níveis de certificação, que correspondem ao cumprimento de determinado número de critérios obrigatórios e opcionais. Estes critérios estão agrupados em seis categorias, a saber:

- qualidade urbana;
- projeto e conforto;
- eficiência energética;
- conservação de recursos materiais;
- gestão da água;
- práticas Sociais.

A decisão de utilizar o Selo Casa Azul como guia para a definição de critérios de sustentabilidade se deu pelo fato de esta certificação abranger os aspectos econômico, social e ambiental da sustentabilidade, enquanto a maioria das certificações prioriza o aspecto ambiental.

3. ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO

A partir do mapa de cheios e vazios do bairro, foram identificadas as regiões com maior densidade de edificações e a disponibilidade de infraestrutura. Em seguida foi fanalisado o atendimento aos critérios de qualidade do entorno,[em algumas regiões: a existência de transporte público, comércio e serviços num raio de 1 km, de escola pública num raio de 1,5 km, e de equipamentos de lazer e posto de saúde em 2,5 km. Por fim foram localizados lotes que possuíssem dimensões adequadas para a implantação de loteamento.

Com base nesses estudos foi escolhido o lote localizado na Rua Cândido Pereira do Anjos, próximo à Rua Luiz Duarte Soares. Com uma área de 196.231,72 m², o lote é praticamente plano, com exceção de uma pequena elevação na extrremidade nordeste. Há ainda, uma nascente de água na porção sudeste e na lateral leste, o lote faz divisa com o Parque Estadual do Rio Vermelho, uma área de vegetação arbustiva antes das dunas da praia das Aranhas.

Segundo o Plano Diretor de Florianópolis de 2014, o terreno faz parte de uma Área Residencial Predominante, com Taxa de Ocupação de 50% e número máximo de 2 pavimentos. Na porção frontal do lote há uma Área Residencial Mista, com os mesmos valores de Taxa de Ocupação e número máximo de pavimentos do resto da área do terreno.

4. A PROPOSTA DO LOTEAMENTO SEGUIU AS SEGUINTES DIRETRIZES

a) Topografia:

• uso comum da elevação para usufruto da vista;

• ocupação predominantemente na parte mais plana do terreno, observando o escoamento das águas pelas curvas de níveis.

b) águas:

Aproximação das pessoas da nascente do rio Vermelho atravéz da proposição de espaços de estar na APP e de áreas de uso público voltadas para a nascente;

• prevenção de alagamentos: distribuindo os lotes fora dos caminhos das águas; e proposição de áreas de lazer públicas nas áreas de retenção de águas pluviais em caso de fortes chuvas.

c) Vegetação:

• proposta de reflorestamento com árvores nativas da mata atlântica nas APP;

• previsão de horta e pomar: dando-se preferência por espécies nativas e espécies exóticas adaptadas ao clima;

paisagismo: preferência por espécies nati-

vas e de baixa manutenção;

• estação de tratamento de esgoto com sistema de raízes: espécies nativas adequadas a função; tratamento dos resíduos com tanques de cloração para liberação da água no meio ambiente.

d) Uso e ocupação:

• concordância com o Plano Diretor vigente, que estabelece número o máximo de pavimentos em 2, taxa de ocupação de 50% e índice de aproveitamento 1;

• desmembramentos de lotes residenciais:

40% até três (42 lotes)

35% até dois (37 lotes)

25% não podem ser desmembrados (26 lotes);

• concentração de comércios e serviços nas bordas: acesso facilitado a população do bairro como um todo;

• presença de atividades públicas na parte central: estímulo à circulação de pessoas durante o dia.

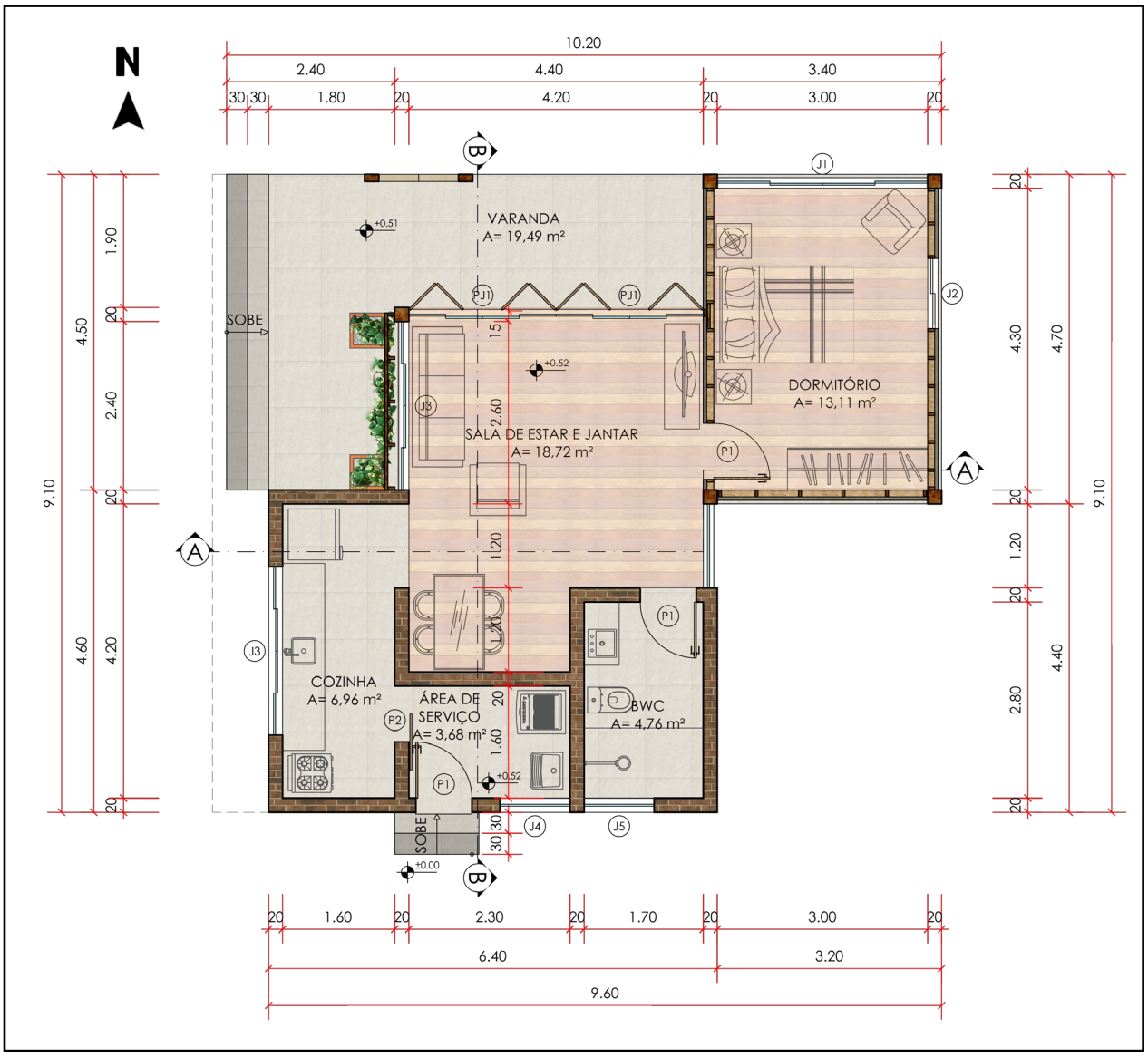
e) Circulação

• interrupção das vias laterais para evitar a ocupação ilegal da APP;

• vias com passeios alargados, dando-se-preferência aos pedestres e espaço de lazer para crianças próximo às casas;

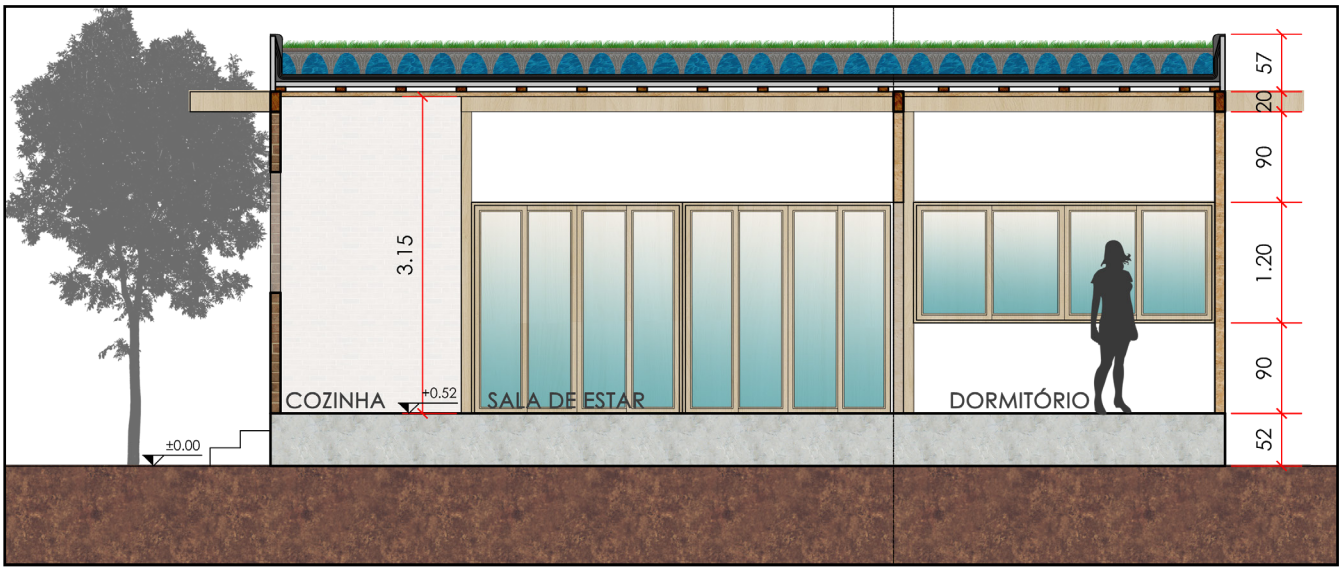
• vias preferenciais para pedestres na par

Figura 1: planta baixa



Fonte: Autores

Figura 2: corte aa ecotelhado



Fonte: Autores

"A sustentabilidade é baseada em três aspectos: o ambiental, o econômico e o social, que devem coexistir em equilíbrio."

Figura 3: corte bb ecotelhado

Fonte: Autores

te leste para diminuir o fluxo de veículos em setor delicado;

Passarela até a praia: caminho por cima das dunas e vegetação até a praia, com a mínima interferência possível na APP;

Desenho orgânico das vias para incentivar os motoristas a andarem em baixa velocidade;

Ciclovia nas ruas Cândido Pereira dos Anjos e Luiz Duarte Soares, além da via central do loteamento;

Travessia de pedestres no nível do passeio.

5. DIRETRIZES PARA A EDIFICAÇÃO

O projeto de edificação, por sua vez, seguiu as seguintes diretrizes:

- múltiplas variações formais e funcionais;
- possibilidade de ampliação;
- ambientes modulares, propiciando composições variadas;
- utilização de materiais com baixos valores de Energia Incorporada;

Sistemas de reaproveitamento de águas pluviais, de captação de energia elétrica solar, de aquecimento solar de água;

- utilização de materiais com boa capaci-

Figura 4: planta loteamento

Fonte: Autores